

**STRAHLENTHERAPIE GUTARTIGER GELENKERKRANKUNGEN –
KLINISCHE ERGEBNISSE UND PROGNOTISCHE FAKTOREN:
EINE RETROSPEKTIVE STUDIE**

**Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades**

doctor medicinae (Dr. med.)

**vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Schiller-Universität Jena**

**von David Sammour
geboren am 19.12.1968 in Amman/ Jordanien**

Gutachter

- 1.
- 2.
- 3.

Tag der öffentlichen Verteidigung:

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Zusammenfassung.....	1
2.	Einleitung.....	3
2.1	Grundlagen der Therapie gutartiger Gelenkerkrankungen.....	4
2.2	Epidemiologie.....	5
2.3	Ätiologie.....	7
2.4	Grundlagen der Strahlentherapie.....	8
3.	Zielsetzung und Relevanz der Arbeit.....	12
4.	Material und Methode.....	15
4.1	Patientengut und Nachbeobachtungszeitraum.....	15
4.1.1	Altersverteilung.....	15
4.1.2	Geschlechtsverteilung.....	16
4.2	Definitionen.....	16
4.3	Zielvolumina.....	17
4.4	Indikationsstellungen.....	17
4.5	Symptomatik.....	18
4.5.1	Symptome vor Behandlung.....	18
4.5.2	Therapie vor Behandlung.....	18
4.6	Bestrahlungstechnik und Durchführung.....	19
4.6.1	Geräte.....	19
4.6.2	Lagerung des Patienten.....	20
4.6.3	Bestrahlungsplanung.....	22
4.6.4	Bestrahlungsfelder.....	27

4.6.5	Feldgröße.....	27
4.6.6	Fraktionierung und Dosierung der Bestrahlung.....	28
5.	Ergebnisse.....	29
5.1	Auswertung nach Hypothesentests.....	29
5.2	Auswertung nach Gelenkgröße.....	40
5.2.1	Auswertung Kleingelenke.....	40
5.2.2	Auswertung Großgelenke.....	42
5.3	Auswertungen der einzelnen Gelenke.....	44
5.3.1	Finger.....	44
5.3.2	Hand/ Handgelenk.....	47
5.3.3	Ellenbogen.....	49
5.3.4	Schulter.....	51
5.3.5	Hüfte.....	53
5.3.6	Knie.....	55
5.3.7	Füße/ Fußgelenke.....	57
6.	Diskussion.....	60
6.1.	Patientenergebnisse mit Periarthritis humeroscapularis.....	63
6.2.	Patientenergebnisse mit Epicondylopathie humeri.....	65
6.3.	Patientenergebnisse bestrahlter Hand- und Fingergelenke.....	66
6.4.	Patientenergebnisse mit Coxarthrose Enthesiopathie und Bursitis.....	67
6.5.	Patientenergebnisse mit Gonarthrose.....	69
6.6.	Patientenergebnisse mit Metatarsalgie, Achillodynie und Fasciitis plantaris..	71
7.	Fazit und Ausblick.....	73

8.	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	75
9.	Anhang.....	80
9.1	Tabellenverzeichnis.....	80
9.2	Abbildungsverzeichnis.....	82
9.3	Fragebogen.....	84
10.	Lebenslauf.....	89
11.	Eidesstattliche Erklärung.....	91
12.	Danksagung.....	92

Abkürzungsverzeichnis

AG	Arbeitsgemeinschaft
ca.	circa
cm	Zentimeter
CR	vollständige Schmerfreiheit - komplette Remission
CT	Computertomographie
DEGRO	Deutsche Gesellschaft für Radioonkologie
ED	Einzeldosis
etc.	et cetera
GD	Gesamtdosis
Gy	Gray
HD	high dose - höhere Dosis
ICRU 50	International Committee on Radiation Units and Measurements reports50
IL-1	Interleukin-1
iNOS	induzierbare Stickstoffmonoxidsynthase
k.A.	keine Angaben
LD	low dose - niedrige Dosis
MeV	Megaelektronenvolt
MRT	Magnetresonanztomographie
MV	Megavolt
N	Fallzahl
NBZ	Nachbeobachtungzeit

NF- κ B	„nuclear factor ,kappa-light-chain-enhancer‘ of activated B-cells“
NO	Stickstoffmonoxid
NR	non response = fehlendes Ansprechen auf Bestrahlung
OBI	On Board Imager
PBMC	peripheral blood mononuclear cell
PMN	polymorphnukleärer Leukozyt
PR	teilweise Schmerzfreiheit - partielle Remission
PTV	Planning Target Volume - Planungszielvolumen
TGF- β 1	Transforming Growth Faktor beta 1
TNF alpha	Tumor-Nekrose-Faktor-alpha
VAS-Scala	Visuelle Analogschmerzscala
z.B.	zum Beispiel

1. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende retrospektive Studie stellt die Ergebnisse der Bestrahlung von Patienten mit gutartigen Gelenkerkrankungen dar und bewertet sie hinsichtlich möglicher prognostischer Faktoren. Besondere Aufmerksamkeit gilt hierbei dem Vergleich zu den Empfehlungen der aktuellen S2 –Leitlinien, die in der vorliegenden Studie verbessert und ergänzt werden sollen. Der Fokus liegt in der Fragestellung, ob die Wirksamkeit der Behandlung mit einer geringeren Strahlendosis, bei längerer Behandlungspause den gleichen Erfolg aufzeigt und wird mit den in der Literatur vorliegenden Daten verglichen.

Es haben 609 Patienten mit gutartigen Gelenkerkrankungen aller kleinen und großen Körpergelenke von 2012 bis 2013, in der Klinik für Strahlentherapie der SRH-Zentral Klinikum Suhl, eine Strahlentherapie erhalten. Anschließend wurden in einer Querschnittsuntersuchung die Patienten zu ihren aktuellen Beschwerden befragt, um den Behandlungserfolg nach der strahlentherapeutischen Behandlung zu ermitteln. Patienten zwischen 20 und 92 Jahren wurden behandelt, das medianer Alter lag bei 63,5 Jahren, 100 % der Befragten hatten eine Vorbehandlung und die Genderverteilung liegt bei 26,44 % Männer und 73,56 % Frauen.

Die Empfehlungen der S2 – Leitlinien in der Strahlentherapie wurden herangezogen, aber ein anderes Fraktionierungsprotokoll angewandt. Bei der hier vorliegenden Studie wurde nur einmal im viertel Jahr bestrahlt, dabei lag die Gesamtreferenzdosis bei 4 Gy. Diese wurde in acht Fraktionen mit je 0,5 Gy appliziert, die im wöchentlichen Wechsel zweimal bzw. dreimal verabreicht wurde. Das konventionelle Schema hingegen sah eine Bestrahlung von 3,0-6,0 Gy bei Einzelfraktionen von 0,5-1,0 Gy, 2-3 Behandlungen pro Woche vor. (DEGRO AG S2-Leitlinien 14.11.2013)

Ergebnisse: Die Ergebnisse zeigen, dass beim Allen Befragten eine nebenwirkungsfreie Verbesserung hergestellt werden konnte. Auch sechs Monate nach Therapieende wurden bei 88 % der Patienten keine Verschlechterungen der Beschwerden festgestellt.

Als prognostisch günstig wurden geringeres Patientenalter und weniger Behandlungen vor der Strahlentherapie identifiziert. Der Abbruch der Therapie war prognostisch ungünstig bzw. wurde während der Studie nicht vollzogen.

Schlussfolgerung: Die veränderte Strahlentherapie kann bei Patienten mit gutartigen Gelenkerkrankungen eine sinnvolle therapeutische Alternative darstellen. Da eine Reduzierung der Gesamtdosis und damit die Strahlenexposition des Patienten um ein Drittel vermindert wird und zugleich eine gleichbleibende bis stark verbesserte Beweglichkeit und Schmerzfreiheit erreicht wird.

Außerdem profitieren einige Patienten von der 12 Wochen Pause zwischen den Bestrahlungsserien, was vorrangig zur Minimierung der Strahlenexposition als besonders sinnvoll erscheint.

2. EINLEITUNG

Im Jahre 1895 wurden durch Wilhelm Conrad Röntgen die Röntgenstrahlen in Würzburg entdeckt. Die schmerzstillende Wirkung von niedrig dosierter Strahlung wurde schon zwei Jahre nach deren Entdeckung erkannt. So berichteten Herrmann Gocht 1897 und der russische Arzt N. Sokoloff in ersten Veröffentlichungen über die positive Wirkung der Strahlen. (Sokoloff 1898) Die therapeutische Anwendung von Röntgenstrahlen im Bereich degenerativer Gelenke und des gesamten Bewegungsapparates zeichnete sich als eine neue Therapieanwendung aus. (Pannewitz 1933, Reichel 1949)

Mit den Veröffentlichungen von Brown und Abbott 1955 kam es zu zurückhaltenden Indikationsstellungen. (Brown und Abbott 1955) Hierfür ist zum einen die Verfügbarkeit zahlreicher, neu entwickelter, Therapiealternativen zu nennen, zum anderen die Furcht vor eventuellen Strahlenfolgen. Hinzu kommt die Unkenntnis über die Wirkungsmechanismen der Strahlentherapie bei diesen Krankheitsbildern.

Die hervorragenden Behandlungsergebnisse und die schnelle schmerzlindernde Wirkung der Radiotherapie führten dazu, dass diese Therapieform heute wieder an Aktualität gewinnt. (Seegenschmiedt et al. 1999) Doch noch immer werden Patienten oft aus Unkenntnis nicht oder sehr zurückhaltend strahlentherapeutisch behandelt.

Dabei ist die Strahlentherapie bei schmerzhaften, degenerativ-entzündlichen Erkrankungen eine sehr wirksame und kostengünstige Therapie mit geringen Nebenwirkungen.

Die hier vorliegende Studie richtet besonderes Augenmerk auf den Vergleich zu den Empfehlungen der aktuellen S2 - Leitlinien, die verbessert und ergänzt werden sollen.

Abweichend von den Empfehlungen, soll der Einsatz von deutlich geringeren Einzel- und Gesamtdosen, sowie eine längere Behandlungspause untersucht werden - die sich positiv auf entzündliche Abläufe im Gewebe bei degenerativen Gelenkerkrankungen auswirken.

„Alle Dinge sind Gift und nichts ist ohne Gift.

Allein die Dosis macht, dass ein Ding kein Gift ist.“

Paracelsus (1493-1541)

2.1 GRUNDLAGEN DER THERAPIE GUTARTIGER GELENKERKRANKUNGEN

Die Zahlen der Klinik für Strahlentherapie der SRH-Zentralklinikums Suhl GmbH zeigen, dass die Bestrahlung gutartiger Gelenkerkrankungen in Deutschland eine etablierte Behandlungsmethode darstellt, auch wenn diese häufig zögerlich von ärztlichen Kollegen und Patienten angenommen wird. Gebräuchliche Vorbehalte, wie die Sorge um Tumorindikationen, Leukämogenese und somatische Veränderungen nach Strahlenexposition seien an dieser Stelle zu nennen. Zudem sind in Deutschland trotz klinischer Anwendung vielerorts ein Mangel an Identifikation mit diesem Bereich der Strahlentherapie und Defizite in der Aus- und Weiterbildung festzustellen. (Seegenschmiedt et al. 1999)

Nicht destotrotz beweisen mannigfaltige Publikationen zu diesem Thema die positive Wirkung der Strahlentherapie nichtmaligner Erkrankungen. (Heyd et al. 1997, Reinartz et al. 2015, Rodel et al. 2004, Micke und Seegenschmiedt 2008, Keilholz et al. 1998, Hackenberg et al. 2001, Mucke et al. 2003, Niewald et al. 2006)

Um den wissenschaftlichen, praktischen und klinischen Austausch der Strahlentherapeuten in Deutschland und Europa besser koordinieren zu können, hat die Deutsche Gesellschaft für Radioonkologie (DEGRO) im Jahr 1996 die Arbeitsgemeinschaft „Gutartige Erkrankungen“ gegründet. In patterns of care –Studien (Micke und Seegenschmiedt 2002, Micke und Seegenschmiedt 2004) wurden die unterschiedlichsten Indikationen, Therapiestrategien und Anwendungsmöglichkeiten in Deutschland unter der Federführung von Seegenschmiedt 1996, 1999, 2002 und 2004 wissenschaftlich untersucht. Grundlegende Therapiestandards wurden mit Hilfe dieser Erkenntnisse entwickelt, um diese Behandlungsmethode nach wissenschaftlichen Erkenntnissen und wirtschaftlichen Möglichkeiten und Notwendigkeiten in großem Umfang nutzen zu können. Zudem entwickelte das DEGRO AG Team 2013 die S2- Leitlinie zur Strahlentherapie gutartiger Erkrankungen-Version 1.0 – (DEGRO AG S2-Leitlinien 14.11.2013) Empfehlungen zur Qualitätssicherung der Strahlentherapie in anderen Anwendungsgebieten, wie der Orthopädie, Chirurgie, etc.. Die genannten S2 Leitlinien stellen die Grundlage dieser Arbeit. Die Empfehlungen zur Dosisverteilung und die Bestrahlungspausen werden verändert, mit dem Beobachtungsziel der gleichbleibenden Wirksamkeit. Siehe hierzu Kapitel 3 – Zielsetzung der Arbeit

2.2 EPIDEMIOLOGIE

Das folgende Kapitel beschreibt die Definition und Verteilung von gutartigen Gelenkerkrankungen in der deutschen Bevölkerung und die damit zusammenhängenden Variablen. Um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu sprengen, wird sich aufgrund der breitgefächerten Studie, auf die häufigste Ursache der erfolgten Radiotherapie beschränkt. Die Arthrose. Auf eine spezifizierte Aufzählung aller behandelten Krankheiten wird an dieser Stelle verzichtet.

Definition nach Herold (Herold 2007):

Bei der Arthrose handelt es sich um eine langsam progrediente, primär nichtentzündliche, degenerative Gelenkerkrankung mit Zerstörung des Gelenkknorpels, anderer Gelenkanteile und sekundärer Knochenläsion.

Arthrose gilt weltweit als die häufigste Gelenkerkrankung des erwachsenen Menschen.

Peterson beschreibt 2002 (Petersson und Jacobsson 2002) eine erhebliche Einschränkung der Lebensqualität, hervorgerufen durch diffusen Gelenkschmerz, dem Gefühl der Steifigkeit, Muskelschmerzen und im weiteren Verlauf oftmals auch Kontrakturen - Einbußen in der Bewegungsmöglichkeit und der körperlichen Belastbarkeit stellen auch bei den, an dieser Studie teilnehmenden, Patienten die größte Herausforderung dar.

Eine Hauptursache für körperliches Gebrechen und verminderte Lebensqualität bei älteren Menschen stellt somit die Arthrose dar. (Krasnokutsky et al. 2007) Nach Petersson und Jacobsson (Petersson und Jacobsson 2002) machen die Arthrosen mehr als 50% der chronischen Erkrankungen jenseits des 60. Lebensjahres aus. Im Jahr 1998 litten circa 20 Millionen deutsche Einwohner an arthritischen Gelenkveränderungen. Bereits ab dem 30. Lebensjahr können degenerative Veränderungen zu erkennen sein. Ab dem 65. Lebensjahr sind bis zu 30% der Bevölkerung von dieser Krankheit betroffen. Erlacher (Erlacher et al. 2001) beschrieb es in seinem Buch - Degenerative Gelenkerkrankungen. - Praktische Rheumatologie Seite 265-289. Die Gelenkerkrankungen sind bei Frauen ausgeprägter als bei Männern mit häufigstem Auftreten im 5. Dezennium (16,6 % bei Frauen; 13,3 % bei Männern) - mit fortschreitendem Alter nimmt sie aber prozentual zu. Dabei waren laut Statistischem Bundesamt die am meisten gestellten Hauptdiagnosen (Bundesamt 28.02.2007):

- Coxarthrose (bei 7,3% aller erfassten Patienten) und Gonarthrose (6,9%)

- Rückenschmerzen (5,8%) folgen erst an dritter Stelle

Das Arthroserisiko wächst bei Männern und Frauen zunehmend mit steigendem Lebensalter, siehe hierzu die folgende Abbildung.

Abbildung 3
Lebenszeitprävalenz der Arthrose
Datenbasis: GEDA 2010

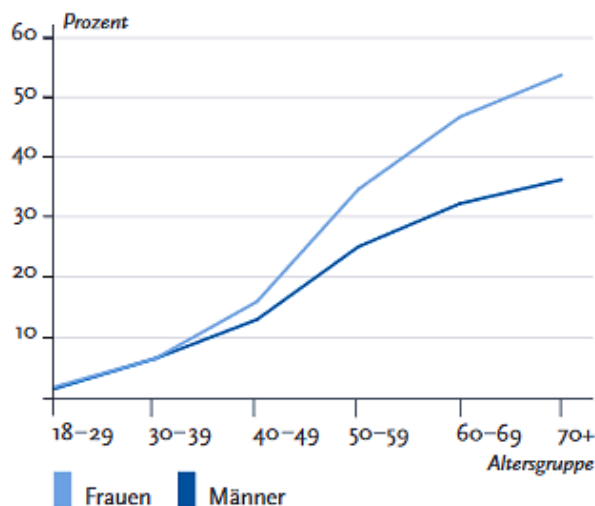


Abb. 1: Lebenszeitprävalenz der Arthrose (Quelle/entnommen aus: Robert Koch Institut - Gesundheitsberichterstattung des Bundes Heft 54, S. 15 (Bundesamt 2013))

Die Lebenszeitprävalenz der Arthrose lag bei Frauen im Jahr 2010 demnach bei ca. einem Viertel, diejenige der Männer bei ca. einem Sechstel. Im Zeitverlauf von 2003 bis 2010 ist ein Anstieg der Arthrose-Prävalenz bei Frauen (2003: 22,6%; 2010: 27,1%) wie Männern (2003: 15,5 %; 2010: 17,9%) zu verzeichnen (Bundesamt 2013).

Da die Arthrose vornehmlich im höheren Lebensalter auftritt, ist angesichts des demografischen Wandels und des damit einhergehenden wachsenden Anteils an alten und sehr alten Menschen in den nächsten Jahrzehnten mit einem Anstieg des Vorkommens zu rechnen. (Bundesamt 2013)

2.3 ÄTIOLOGIE

Arthrose spezifische Gelenkveränderungen können je nach Ursache in die primäre oder sekundäre Form unterteilt werden. (Altman 1987, Hackenbroch und MH 2002)

Die Ursache der als primär klassifizierten Arthrose ist bisher nicht geklärt. Ist es dagegen möglich, der Arthrose eine direkte Ursache zuzuordnen, wird diese Erkrankung als sekundäre Arthrose bewertet.

Auslöser hierfür können die Folgen von: (Goldring und Goldring 2007, DEGRO AG S2-Leitlinien 14.11.2013)

- **angeborenen** (z.B. Fehlstellungen, Fehlbildungen) und
- **erworbenen/ metabolischen** Erkrankungen (z.B. Rheuma, Gelenkentzündungen, Gicht, Chondrokalzinose, Ochronose) oder
- **gelenkspezifischen Vorerkrankungen** (z.B. Kreuzbandverletzung, Überbelastung der Gelenke, wiederholte Gelenkverletzungen mit Schäden an den Bändern oder Menisken) oder
- **sonstigen Bedingungen** (z.B. Übergewicht, Muskelschwäche, posttraumatische Erkrankungen) sein.

Weiterhin wird in der Literatur diskutiert, inwieweit berufliche Tätigkeiten (z.B. Fliesenleger, Fotograf, Maler, etc.) und sportliche Belastungen (z.B. Leistungssport, Freizeitsport), die durch eine starke Gelenkbeanspruchung gekennzeichnet sind, das Arthroserisiko erhöhen. (Felson et al. 1992, Felson et al. 2004) Desweiteren nehmen auch hormonelle Veränderungen Einfluss auf den Stoffwechsel des Knorpels (z.B. Menopause) (Sandmark et al. 1999, Richette et al. 2003)

Meist ist eine konkrete ätiologische Einteilung der vorhandenen Erkrankung schwierig und man geht von einem multifaktoriellen Zusammenspiel aus, welches Alter, genetische Faktoren, Geschlecht (Felson und Nevitt 2004) und andere Umweltfaktoren beinhaltet. Degenerativ-entzündliche Erkrankungen können an jedem Gelenk auftreten, dabei sind die am häufigsten betroffenen Regionen die Hüfte, das Knie, die Hände, und die Wirbelsäule. (Goldring und Goldring 2007)

Zusammenfassend ist zu sagen, dass alle genannten Gelenkstörungen zu einer mehr oder weniger starken Schädigung des Gelenkknorpels, der Gelenkbinnenstrukturen und der Gelenkoberfläche führen können.

2.4 GRUNDLAGEN DER STRAHLENTHERAPIE

Durch die Bestrahlung mit niedrigen Einzeldosen von 0.3-0.7 Gy pro Sitzung (Fraktion) zeigen sich verschiedene Effekte. Bei Studien sowohl im Labor als auch appliziert beim Menschen, erweist sich die Gabe von kleinen Dosen als ein guter Therapieerfolg. Experimentell wurden auch die Veränderungen am Gefäßendothel beschrieben.

Durch die Änderung des Durchblutungsverhältnisses kommt es zur weiteren biologischen Wirkung der Leukozyten sowie zur Veränderung der TGF-Beta1, Interleukin 1 sowie TNF-Alpha, zu Gewebsreaktionen und zum antiinflammatorischen Effekt der niedrigen Einzeldosen (im Vergleich zu höheren Strahlendosen in der Krebstherapie). Außerdem kommt es hier zu Alkalose, was zu einer Schmerzlinderung führt. Auch spricht man hier von einer zusätzlichen Wirkung der Strahlung auf das Nervensystem in der bestrahlten Region.

Die heutzutage in der Strahlentherapie erzeugten Strahlen sind künstlich/ maschinell aber die Wirkung in der Materie ist gleich. Hierzu zählen der Compton-Effekt, die Paar-Bildung und der Photo-Effekt. Für Mediziner ist die biologische Wirkung der Strahlen von Interesse und der gezielte Einsatz, um die Patienten zu heilen oder das Krankheitsfortschreiten zu verzögern. Dabei spielt die biologische Wirkung mit ihren somatischen und genetischen Schäden auf das Gewebe eine große Rolle. Ionisierende Strahlen sind dabei nicht immer schädlich für die Gesundheit und dieser Effekt wird genutzt.

In folgender Grafik wird die Strahlenwirkung auf das Gewebe bei der Tumorthherapie, mit höheren Einzeldosen und Gesamtdosen, schematisch dargestellt.

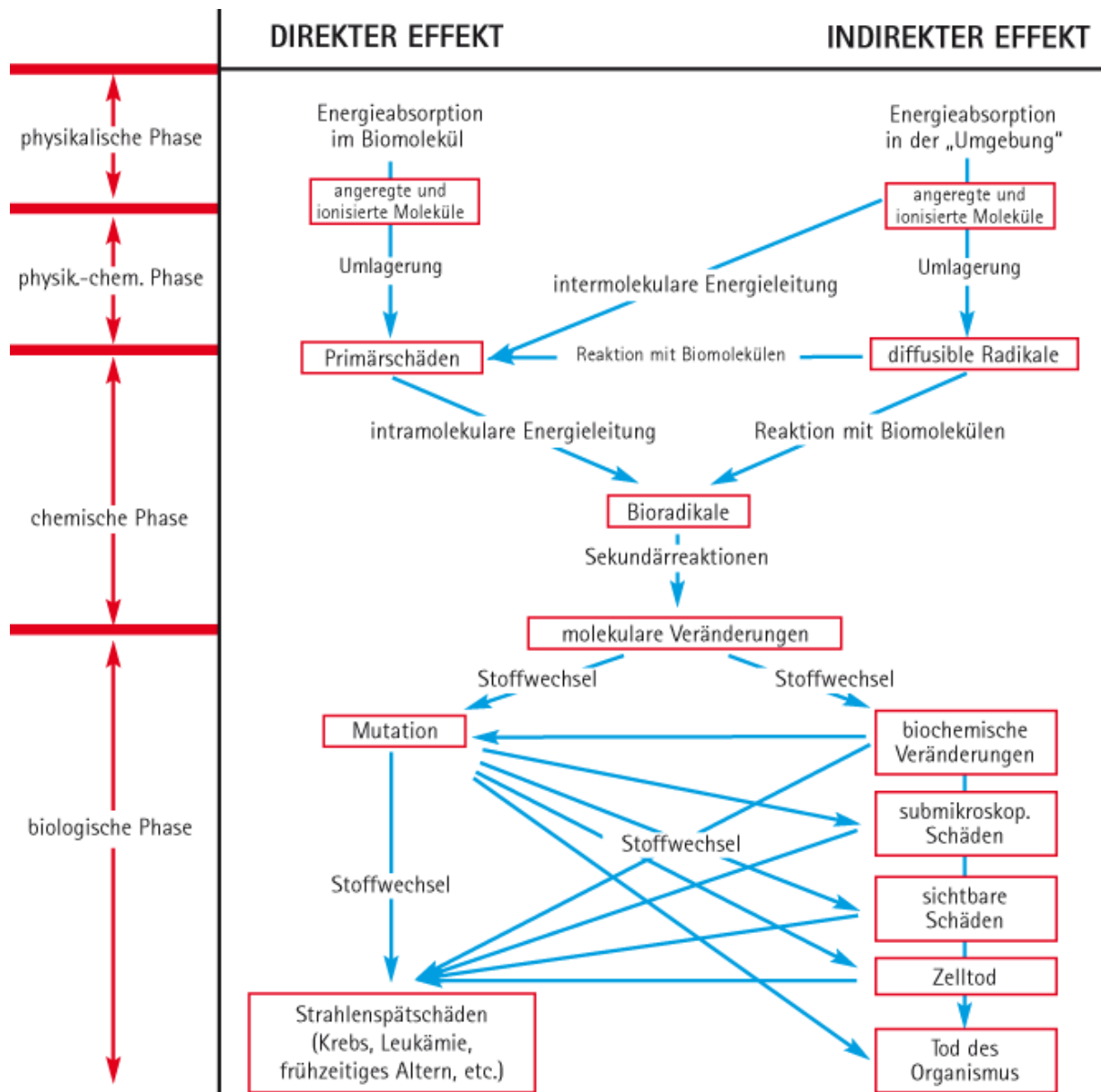


Abb. 2: Schematische Übersicht über die Phasen der Strahlenwirkung auf biologische Systeme.
Quelle/entnommen aus: Molekulare Strahlenbiologie, (Dertinger und Jung 1969)

Bei der Behandlung von gutartigen Erkrankungen kommen niedrige Gesamtdosen und Einzeldosen zum Einsatz. Die Wirkung von ionisierenden Strahlen im Niedrigdosisbereich auf das Gewebe ist nicht 1:1 übertragbar und die strahlenbiologischen Prinzipien sind verändert darzustellen. (Wannemacher et al. 2006)

Bekannt ist auch, dass kleinere Dosen eine antiinflammatorische Wirkung haben und so der Entzündungsreaktion, unabhängig von der Entstehungsursache, entgegen wirken können. (Roedel et al. 2002, Trott und Kamrad 1999).

Die niedrig dosierte Strahlentherapie greift in den Entzündungsprozess ein und dadurch werden viele Mechanismen verändert. Die Produktion von Transforming Growth Faktor beta (TGF β 1) wird gesteigert, gleichzeitig wird der Interleukin und Tumor-Nekrose-Faktor-alpha (TNF alpha) vermindert, was als entzündungsfördernd durch seine Interaktion auf die Gefäßendothel gilt. Außerdem wird der Botenstoffs NO – welches für die Ödembildung verantwortlich ist, reduziert und in seine Synthese eingegriffen. Rödel berichtete, dass die Bestrahlten von stimulierten Makrophagen mit Dosen von 0,6 bis 1,25 Gy eine signifikant verminderte NO-Produktion aufzeigten. Ein weiterer Effekt der Strahlung ist die Induktion der Apoptose, die Herunterregulation proinflammatorischer Zytokine, wie TNF und sezerniert auf das antiinflammatorisch wirksame IL-10. Dieser Effekt zeigt sich bereits in einem Dosisbereich von 0,3-0,5 Gy. (Roedel et al. 2002)

In der folgend aufgeführten Grafik wird die Strahlenwirkung mit niedriger Einzeldosis dargestellt.

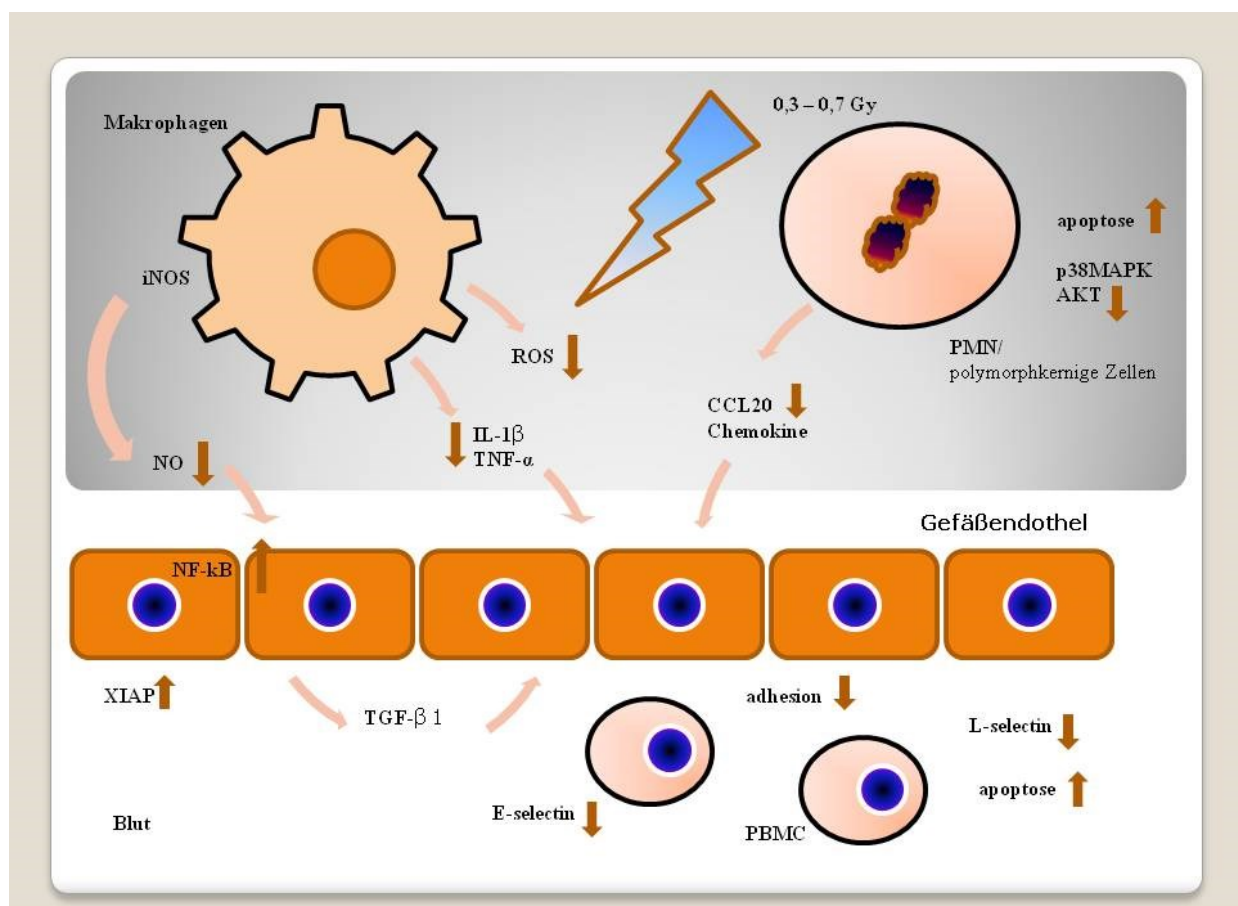


Abb. 3: Immunmodulatorische Eigenschaften und molekulare Effekte bei entzündlichen Erkrankungen niedrig dosierter Röntgenbestrahlung, entnommen und adaptiert aus: (Rodel et al. 2012)

Die in Abbildung 3 dargestellte Grafik beschreibt das aktuelle Modell zur Modulation der Aktivität entzündlicher Zellen und Faktoren, die an der entzündungshemmenden Wirkung von LD-RT beteiligt sind (<1 Gy). Die Bestrahlung führt zu einer beeinträchtigten Adhäsion von peripheren mononukleären Blutzellen (PBMC) an das Endothel, aufgrund:

- der Sekretion des entzündungshemmenden zytokintransformierenden Wachstumsfaktors- $\beta 1$ (TGF- $\beta 1$),
- einer verminderten Expression von E-Selectin auf den Oberflächen von Endothelzellen,
- einer lokalen Zunahme der Apoptose und
- der proteolytischen Freisetzung von L-Selectin aus PBMC.

In stimulierten Makrophagen wurde eine verminderte Aktivität der induzierbaren Stickstoffmonoxid-Synthase (iNOS) nachgewiesen. Außerdem kann mit verringerten Stickoxidspiegeln (NO), einer verminderten Produktion von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS) und einer verminderten Sekretion von Interleukin- 1β (IL- 1β) und Tumornekrosefaktor- α (TNF- α) zu lokalen, entzündungshemmenden Wirkungen beitragen.

Darüber hinaus reagieren polymorphkernige Zellen (PMN) auf niedrig dosierte Exposition mit einer lokal erhöhten Apoptoserate, einer gehemmten Sekretion von CCL20-Chemokin und Veränderungen in den Signaltransduktionswegen p38-Mitogen-aktivierter Proteinkinase (MAPK) und Proteinkinase B (AKT).

Eine bedeutende Nebenwirkung der Strahlen ist die Tumorinduktion und ihre Wahrscheinlichkeit, die abhängig von steigender Dosis, Feldgröße und dem Patientenalter ist - zum Zeitpunkt der Therapie. Diese Annahme wird zurzeit anhand von Daten der Überlebenden von Atombombenexplosionen, von Strahlungsunfällen und von medizinisch exponierten Personen und epidemiologische Studien in die USA, China, Japan, Indien, Iran, Australien und Großbritannien bewertet. Diese Schätzungen beinhalten einige Unsicherheiten. Zum Beispiel weitere Risiken wie: hormonelle Faktoren, genetische Disposition, Umweltgifte, Alter, Geschlecht und sozial-ökonomischer Status. (Arenas et al. 2012)

Bedingt durch die Fehlerquellen ist eine exakte Einschätzung im Niedrigdosisbereich statistisch nicht exakt zu berechnen.

3. ZIELSETZUNG

Das Hauptziel der hier vorliegenden retrospektiven Untersuchung war es, die therapeutische Relevanz der niedrig dosierten Strahlentherapie bei entzündlich – degenerativen Gelenkerkrankungen am eigenen Patientenkollektiv zu untersuchen und zu optimieren.

Der primäre Ansatz der Radiotherapie von gutartigen Erkrankungen in allen Bereichen liegt wesentlich in der Schmerzreduktion und somit in der Verringerung der schmerzbedingten Bewegungseinschränkung – sowohl in Ruhe als auch unter Belastung.

Des Weiteren sollten mögliche Einflussfaktoren für einen Therapieerfolg identifiziert werden. Folgende Faktoren wurden hierbei untersucht:

1) Strahlentherapeutische Parameter:

- Ausprägung der Schmerzsymptomatik – in Ruhe und Bewegung- sechs Monate nach Therapiebeginn
- Gesamt- und Einzeldosis
- Gesamtbehandlungsdauer

Ausgehend von den S2 Leitlinien wurde sich am unteren Bereich der Empfehlung orientiert und die Bestrahlung erfolgte bei dieser Fraktionierung zweimal - dreimal pro Woche mit einer Einzelreferenzdosis von 0,5 Gy. Wobei die applizierte Gesamtreferenzdosis in der Patientengruppe immer 4 Gy betrug.

Der Bestrahlungsrhythmus wurde, entgegen der Empfehlungen der S2 Leitlinien, wie folgt verändert:

1. Bestrahlungswoche - 3 Bestrahlungen
2. Bestrahlungswoche - 2 Bestrahlungen
3. Bestrahlungswoche - 3 Bestrahlungen

Eine zweite Bestrahlungsserie wurde nicht nach 6 – 8 Wochen appliziert, denn es erfolgte eine Auswertung nach 6 Monaten, um den Therapieeffekt nach einem halben Jahr zu untersuchen.

2) Klinische Parameter:

- Geschlecht
- Alter

- Vorbehandlung vor der Radiotherapie
- Beschwerden vor Therapiebeginn

Zu Beginn der Studie wurden sowohl Hypothesen als auch Diskussionsfragen aufgestellt, welche in den folgenden Kapiteln bearbeitet und erörtert werden.

Diskussionsfragen:

1. Welche epidemiologischen Merkmale waren durch das Krankengut gegeben?
2. Wie lange dauerte es, bis eine Verbesserung der Beschwerden eintrat? (nach: Geschlecht, Alter, Gelenkgruppen)
3. Wann ist der Therapieeffekt eingetreten? => Wann ist die optimale Zeit für eine Rebestrahlung? 6Wo., 3Mo. oder 6Mo.?
4. Sind die Reaktionsunterschiede genderabhängig?
5. Besteht eine Abhängigkeit des Therapieerfolgs zu Gelenkart und Gelenkgröße?
6. Unterscheidung der Ergebnisse nach Altersgruppen.
7. Trat immer ein medizinischer Profit ein?
8. Welche Altersgruppe hat am meisten von der Strahlentherapie profitiert? In welcher Zeitspanne/ Behandlungszeitraum?
9. Schmerzlinderung/ Schmerzfreiheit in Ruhe/ Bewegung (CR= komplette Remission, PR=partiale Remission, NR=keine Änderung), vergleichend dargestellt nach: Alter, Geschlecht, Gelenkart
10. Inwiefern hat die Strahlentherapie eine Schmerzlinderung/ freiheit erbracht und damit eine Verbesserung der Lebensqualität für den Patienten bewirkt?
11. Häufigkeiten der Verschlechterung der Beschwerden.
12. Bestehen Abhängigkeiten von Vorbehandlungen auf den Behandlungserfolg?
13. Existieren Abhängigkeiten von der Schmerzart vor Bestrahlung auf den Behandlungserfolg?

Arbeitshypothesen

- 1) Mindestens 75-80% der befragten Patienten erfahren eine Verbesserung der Beschwerden nach Strahlentherapie.
- 2) Das Behandlungsergebnis ist abhängig von der Vorbehandlung.
- 3) Das Alter und das Geschlecht der Patienten sind verantwortlich für den Behandlungserfolg.
- 4) Die Beschwerden werden durch die Therapie signifikant geringer (um mind. 60%).
- 5) Es erfolgt eine signifikante Schmerzlinderung/ Schmerzfreiheit in Ruhe und Bewegung (CR= komplette Remission, PR=partiale Remission).
- 6) Kleingelenke reagieren besser auf die Therapie als Großgelenke.
- 7) Großgelenke reagieren auf die Strahlentherapie, aber später als die Kleingelenke.

4. MATERIAL UND METHODE

Für die retrospektive Untersuchung wurden Patienten ausgewählt, die an gutartigen Gelenkerkrankungen litten. Um die Aussagekraft dieser statistischen Analyse zu erhöhen, erstreckte sich der Untersuchungszeitraum auf 1,5 Jahre. Die Bestrahlungen wurden nach erfolgter Diagnosestellung und Diagnosesicherung durch chirurgische/ orthopädische Fachärzte vorgenommen.

4.1 PATIENTENGUT UND NACHBEOBACHTUNGSZEITRAUM

In der Klinik für Strahlentherapie der SRH-Zentralklinikum Suhl GmbH ließen sich über 2000 Patienten im Zeitraum vom 01.01.2012 bis 31.10.2013 wegen gutartiger Gelenkerkrankungen, mit dem Ziel der Symptomverbesserung, mit einer Strahlentherapie behandeln.

Zur Erhebung der relevanten Daten wurde 1000 behandelten Patienten ein Fragebogen (siehe Anlage 9.3 Fragebogen) zur Erstvorstellung ausgehändigt, mit der Bitte, diesen sieben Monate nach Therapieende ausgefüllt zurück zusenden. Die aus den Erhebungsbögen gewonnenen Informationen wurden nummerisch codiert und ausgewertet. Stichtag der Auswertung der bis dahin eingegangenen Fragebögen war der 31.04.2014.

Insgesamt folgten 768 Patienten dieser Bitte. Daraus ergab sich ein Rücklauf von 76,6 %. Nach Sichtung der eingegangenen Angaben waren 609 Evaluationsbögen auswertbar, was 79,3%, bzw. 60,9 % der Gesamtbefragung entspricht.

4.1.1 Altersverteilung

Das Patientenalter zum Zeitpunkt der Diagnose lag zwischen 20 und über 90 Jahre. Das mediane Durchschnittsalter zur Zeit der Diagnoseerhebung betrug 63,5 Jahre.

Die Mehrheit der Erkrankten war im Alter zwischen 50 und 79 Jahren (83,26% aller behandelten Patienten). Zur Veranschaulichung der Altersstruktur der Patienten wurde eine Aufteilung in einzelne Altersklassen vorgenommen, siehe hierzu Tabelle 1:

Patientenalter in Jahren	Patientenzahl absolut	Patientenzahl relativ
20 – 29	1	0,16
30 – 39	10	1,64
40 – 49	66	10,84
50 – 59	150	24,63
60 – 69	182	29,89
70 – 79	175	28,74
80 – 89	22	3,61
> 90	3	0,49

Tabelle 1: Verteilung der Altersstruktur

4.1.2 Geschlechtsverteilung

Es wurden 448 weibliche und 161 männliche Patienten behandelt. Das Verhältnis von weiblichen zu männlichen Patienten entsprach somit 2,79 : 1.

Geschlecht	Absolut	Relativ
Weiblich	448	73,56 %
Männlich	161	26,44 %
Gesamt	609	100 %

Tabelle 2: Verteilung des Geschlechtes

4.2 DEFINITIONEN

Für die vorliegende Untersuchung wurden folgende Gruppen definiert:

Unter **Kleingelenken** wurden folgende Gelenke subsumiert:

Finger, Hand/Handgelenk, Ellenbogen, Fuß/Fußgelenke und Zehen.

Als **Großgelenke** werden: Schulter-, Hüft- und Kniegelenke verstanden.

Zur besseren Übersicht wurden folgende Bestrahlungsgruppen gebildet:

- Gruppe 1: Kleine Gelenke (n= 424 Patientengelenke)
- Gruppe 2: Große Gelenke (n= 202 Patientengelenke)

4.3 ZIELVOLUMINA

Die Unterteilung der Bestrahlungsregionen, in die oben definierten Gelenke, zeigt die folgende Tabelle.

Gelenkart	rechts	links	beidseitig
Kleingelenke	154	143	127
Großgelenke	75	74	53

Tabelle 3: Bestrahlungsregionen

Weiterhin können detaillierte Informationen zur Behandlung aufgeschlüsselt werden. Dabei ist zu beachten, dass bei einigen Patienten mehrere Körperteile gleichzeitig bestrahlt wurden.

Bestrahlungsregion	Patienten rechts	Patienten links	Patienten beidseitig
Finger	12	10	39
Hand/ Handgelenk	18	11	38
Ellenbogen	56	30	10
Schulter	30	23	7
Hüfte	18	22	11
Knie	27	29	35
Fuß/ Fußgelenk	68	92	40
Zehen	0	0	0
andere	10	6	12

Tabelle 4: Gleichzeitige Bestrahlung mehrerer Gelenke

4.4 INDIKATIONSSTELLUNGEN

Zur Indikationsstellung wurden die Befunde der klinischen Untersuchungen, konventionelle Röntgenaufnahmen und Sonografien, der überweisenden Ärzte herangezogen. Weiterhin konnten CT und MRT Bilder entscheidende Hinweise zum weiteren Vorgehen bezüglich der Strahlentherapie geben.

Im Punkt 4.5 erfolgt eine genaue Aufschlüsselung der Symptomatik.

4.5 SYMPTOMATIK

Folgende Tabelle zeigt eine Verteilung der Symptomatik der einzelnen Patienten, in Folge derer sie die Strahlentherapie trotz intensiver, meist ergebnisloser Vorbehandlung aufgesucht haben.

4.5.1 Symptome vor Behandlung

Symptom	Patienten (n)
Schwellung	95
Rötung	2
Ruheschmerz	187
Bewegungsschmerz	437
Druckschmerz	115
Belastungsschmerz	332

Tabelle 5: Symptome vor Behandlung

4.5.2 Therapie vor Behandlung

Alle Patienten sind konservativ vorbehandelt worden. Meist durch eine Kombination mehrerer Therapiemöglichkeiten - Formen der physikalischen Therapie wie Mobilisation mit Hilfe von Krankengymnastik, Elektrotherapie, Ruhigstellung sowie Ultraschall. Einzelnen, meist in Kombination mit physikalischen Therapien erhielten die Patienten ebenfalls eine Behandlung in Form der medikamentösen Therapie mittels Analgetika, Antirheumatika, Salben sowie lokale Injektionen. Die Tabelle 6 zeigt die genaue Auflistung der Therapieformen im Vorfeld der Bestrahlung.

Therapie	Patienten (n)
Antiphlogistik , Antirheumatika (Tabletten/Kapseln)	283
Topisch (Creme/Salben)	170
Intraläsional , intramuskulär (Spritzen)	213
Ruhigstellung (Bandagen/Gips)	53
Ultraschall	111
Reizstrom	60

Magnetfeldtherapie	12
Physiotherapie (z.B. Massagen, Chiropraktik, Osteopathie, Gymnastik)	181
Akupunktur	30
Operation	37
Strahlentherapie 1. Serie (vorherige Behandlung wegen gleicher Erkrankung)	118

Tabelle 6: Therapien vor Bestrahlung

4.6 BESTRAHLUNGSTECHNIK UND DURCHFÜHRUNG

Zur Planung der Strahlentherapie wurde eine Therapiesimulation durchgeführt. Dem Physiker wurde dann zur Berechnung der Dosisverteilung die Feldgröße und der individuelle Durchmesser der Bestrahlungsregion mitgeteilt. Nach der genauen Berechnung erfolgte die individuelle Endabnahme der Daten durch einen Strahlentherapeuten.

4.6.1 Geräte

Die Bestrahlung erfolgte am Linearbeschleuniger Varian Clinac® DHX, das Gerät verfügte über 6MV und 10MV. Auf dem Varian Clinac® DHX Linearbeschleuniger ist zusätzlich ein Bildgebungssystem installiert, welches direkt vor der eigentlichen Bestrahlung die Lage der zu bestrahlenden Region exakt erkennt und die Behandlung an die wechselnden Bedingungen im Körper anpasst. Dieses System heißt: On Board Imager (OBI) mit Cone Beam Computertomographie. OBI besteht aus einer konventionellen Röntgenröhre und einem digitalen Bilddetektor. Mit automatisch gesteuerten Roboterarmen können Röntgenröhre und Detektor positioniert und ein Volumenbild der Bestrahlungsregion im Patienten produziert werden. Diese Technologie gestattet eine noch genauere Kontrolle sowohl der Patientenpositionierung als auch der zu bestrahlenden Gelenke.



Abb. 4: Linearbeschleuniger DHX Varian Quelle: eigene Darstellung

4.6.2 Lagerung des Patienten

Als erster Schritt erfolgte die individuelle Lagerung des Patienten (Rückenlage, Bauchlage, Seitenlage und Festlegung des Immobilisierungsmaterials zur Fixierung bzw. stabilen Lagerung des Körpers). In dieser Lage wurde zur Bestrahlungsplanung eine Röntgenaufnahme angefertigt.

Der Bilddatensatz wurde an das Bestrahlungsplanungssystem (Eclipse ®) exportiert. Nun erfolgte mit Hilfe des Planungssystems die Bestimmung der Zielvolumina unter Schonung des umgebenden Normalgewebes. Unter dem Begriff Zielvolumen versteht man den Körperabschnitt, in dem eine therapeutisch wirksame Dosis homogen appliziert werden soll (entsprechend der ICRU 50: 95 - 105 % der verordneten Dosis). Es orientiert sich an der Größe und der Lagebeziehung zu benachbarten Strukturen des zu bestrahlenden Gelenkes.

Das Zielvolumen erfasst die zu bestrahlenden Gelenke mit einem Sicherheitsabstand von einigen Zentimetern. In diesen Fällen betrug der Sicherheitsabstand in alle Richtungen jeweils mindestens zwei Zentimetern.

Anschließend fertigten Medizinphysiker und Arzt den jeweiligen Bestrahlungsplan an.



Abb. 5: Lagerung und Anzeichnung der Bestrahlungsfelder am Knie

Quelle: eigene Darstellung

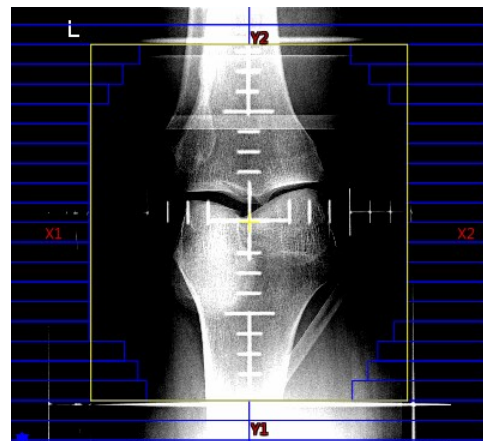


Abb. 6: Simulation der Bestrahlungsfelder am Knie

Quelle: eigene Darstellung



Abb. 7: Lagerung und Anzeichnung der Bestrahlungsfelder an Ferse und OSG

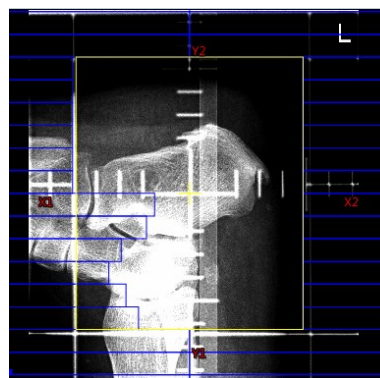


Abb. 8: Simulation der Bestrahlungsfelder an Ferse und OSG



Abb. 9: Lagerung und Anzeichnung der Bestrahlungsfelder der Schulter

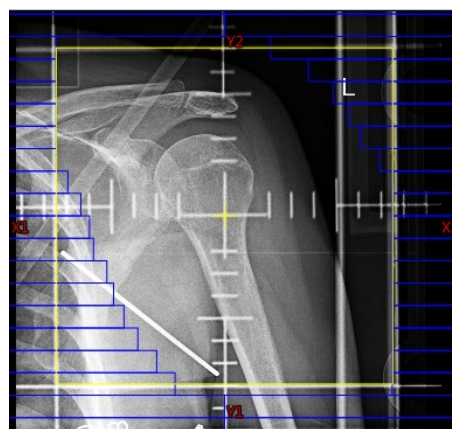


Abb. 10: Simulation der Bestrahlungsfelder der Schulter



Abb. 11: Lagerung und Anzeichnung der Bestrahlungsfelder am Ellenbogen



Abb. 12: Simulation der Bestrahlungsfelder am Ellenbogen

Quelle aller dargestellten Abbildungen: eigene Darstellung

4.6.3 Bestrahlungsplanung

Nach Abschluss der Befunderhebung bzw. vor Bestrahlungsbeginn wird von jedem Patienten eine Röntgenaufnahme am Simulator angefertigt. Diese Daten werden an den Planungsrechner übertragen. Der Strahlentherapeut zeichnet die zu bestrahlende Region sowie die zu schonenden gesunden Organe ein. Das Team der medizinischen Physik erstellt dann für jeden Patienten einen individuellen Bestrahlungsplan. Die erzielte Dosisverteilung lässt sich farbig im Bilddatensatz darstellen. Anschließend wird der Plan einer strengen Qualitätskontrolle durch Ärzte und Physiker unterzogen.

Die folgenden Abbildungen entsprechen der oben beschriebenen Bestrahlungsplanung anhand der angefertigten Simulationsaufnahme. Zur genauen Berechnung des Bestrahlungsfeldes und der daraus resultierenden exakten Einstellung des Bestrahlungsgerätes ist diese Aufnahme zwingend erforderlich.

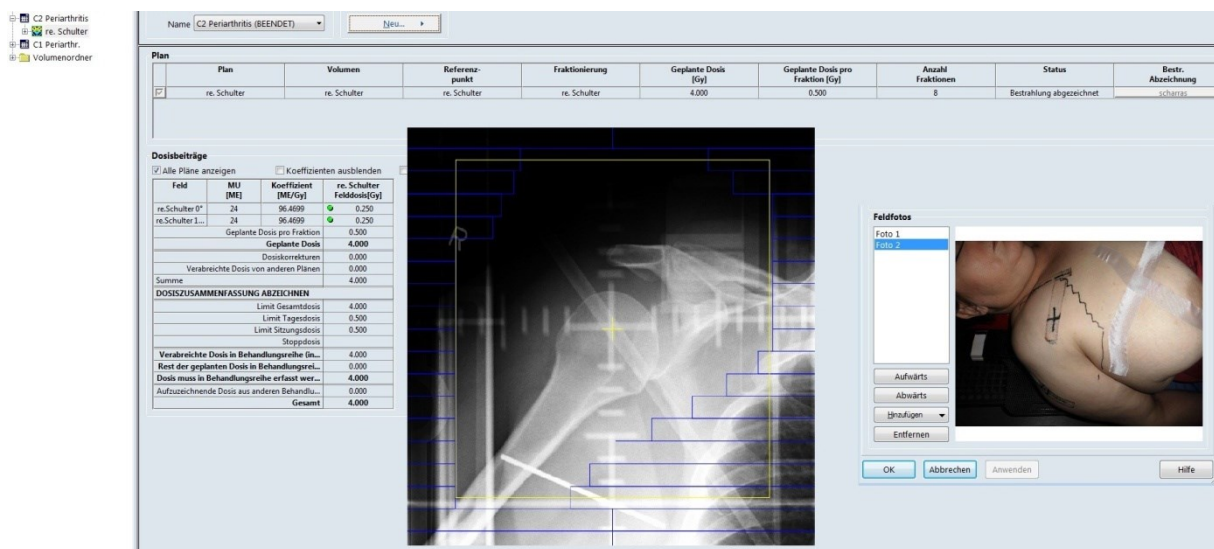


Abb. 13: Bestrahlungsfelder,- und plan mit Abdeckung der rechten Brust bei Omarthrose der rechten Schulter, Quelle: eigene Darstellung

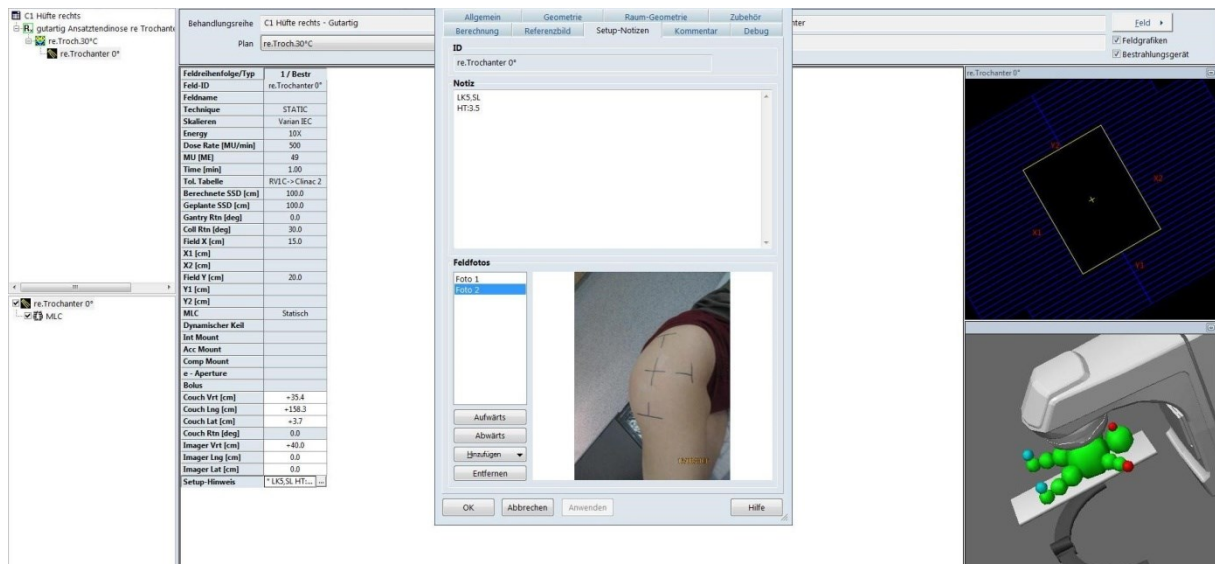


Abb. 14: direktes Bestrahlungsfeld und Plan bei Enthesiopathie und Bursitis der rechten Trochanter, Quelle: eigene Darstellung

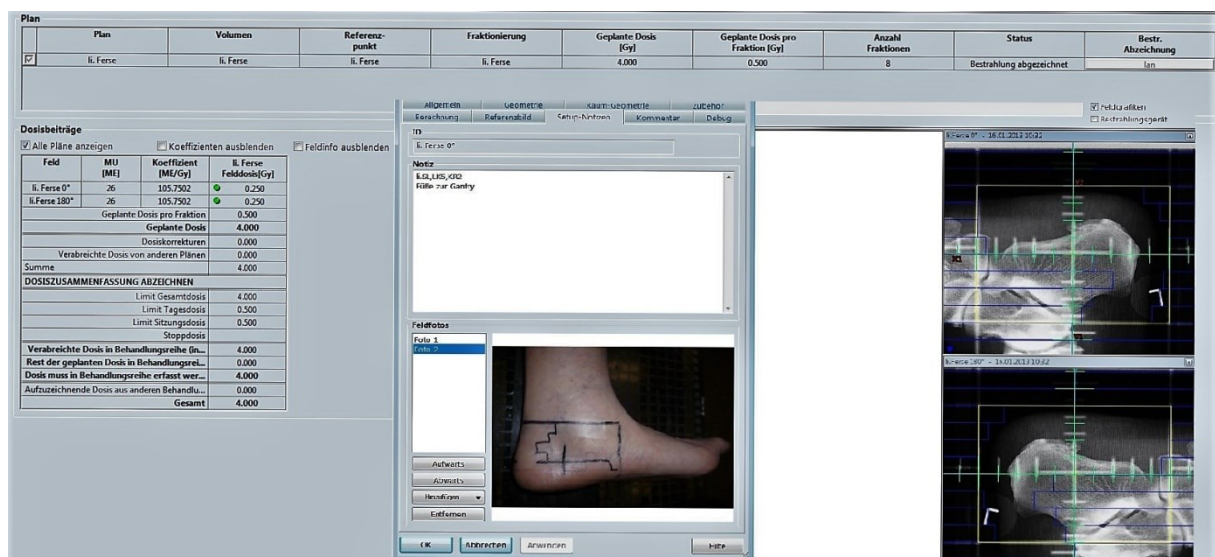


Abb. 15 Bestrahlungsfelder,- und plan mit Abdeckung der Calcaneus und Mittelfußgelenk der linken Ferse, Quelle: eigene Darstellung

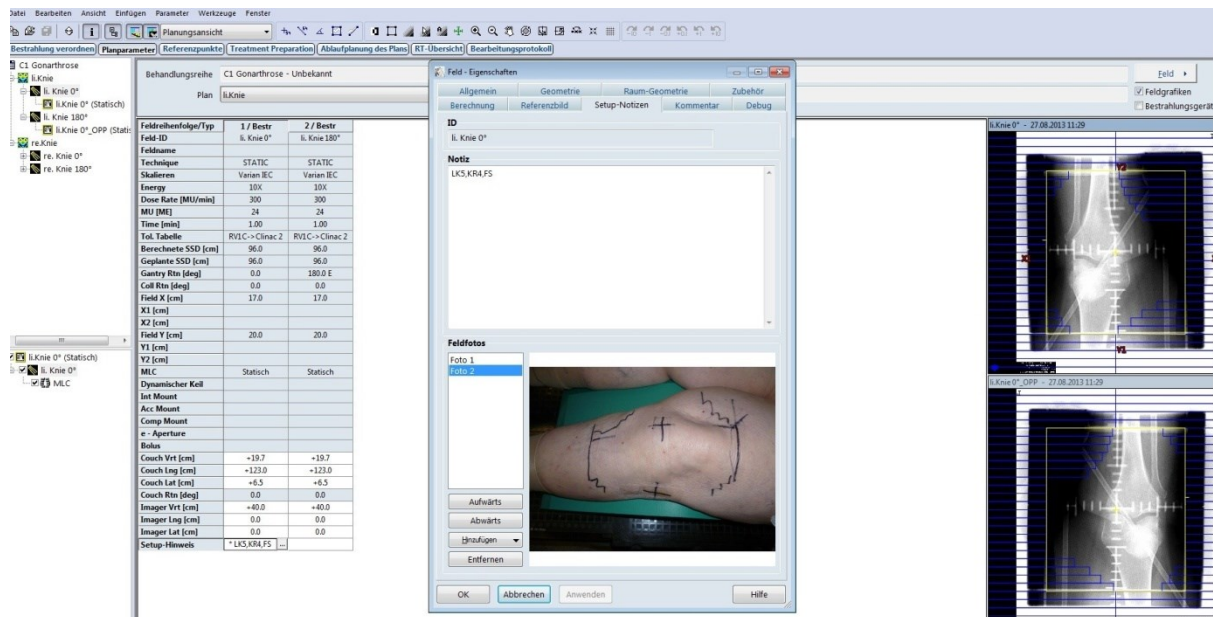


Abb. 16: Bestrahlungsfelder,- und plan mit Abdeckung der Weichteile und Muskulatur des linken Kniegelenkes bei Gonarthrose, Quelle: eigene Darstellung

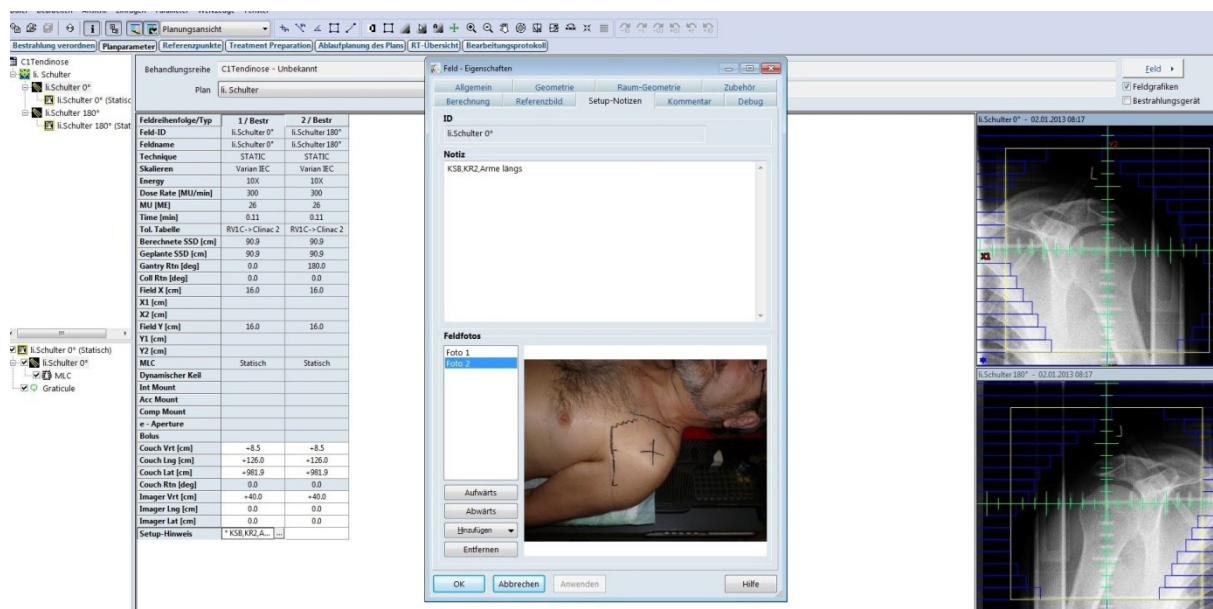


Abb. 17: Bestrahlungsfelder,- und plan mit Abdeckung der Thoraxwand, linke Schulter
Quelle: eigene Darstellung

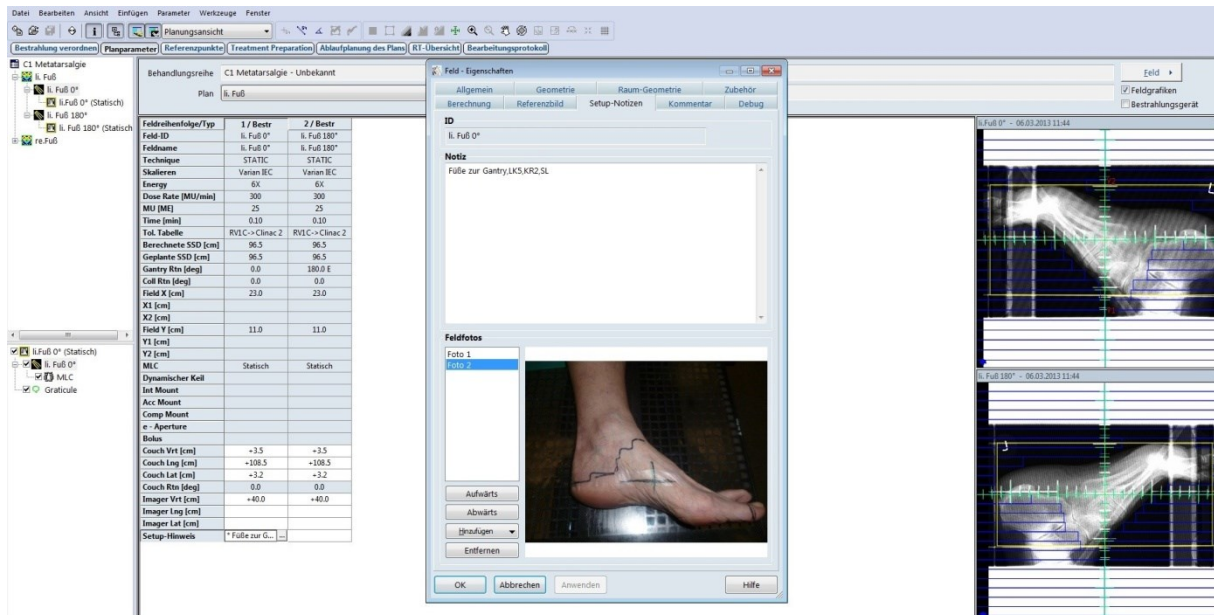


Abb. 18: Bestrahlungsfelder,- und plan mit Abdeckung des oberen Sprunggelenkes, dorsaler Calcaneus und Zehen bei Metatarsalgie und Fasciitis Plantaris, Quelle: eigene Darstellung

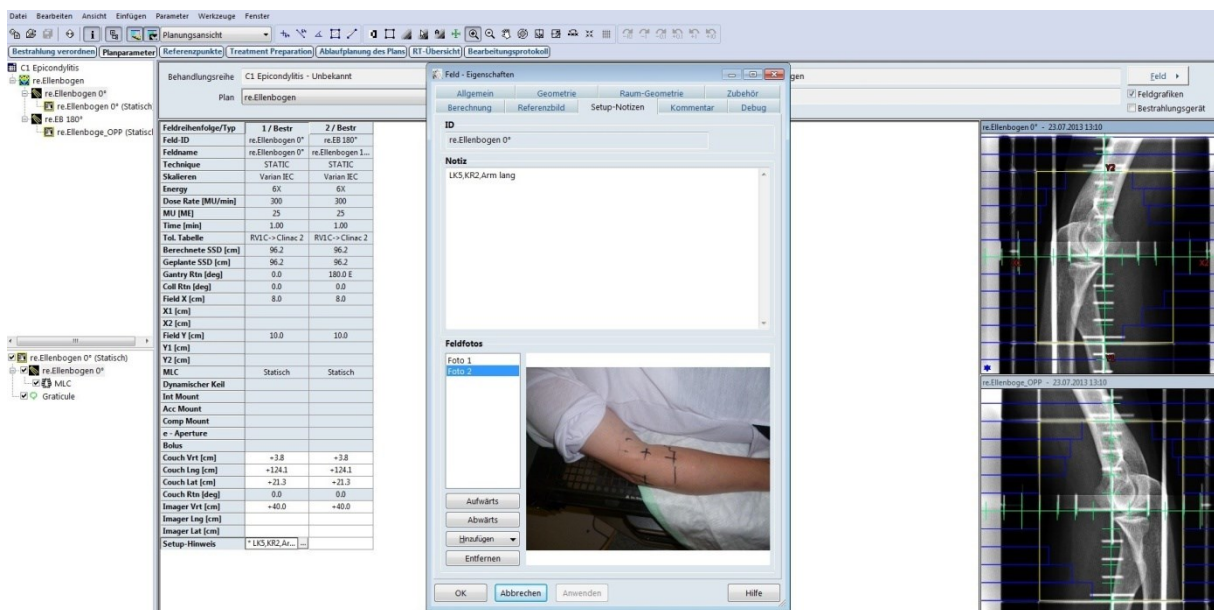


Abb. 19: Bestrahlungsfelder,- und plan mit Abdeckung der Weichteile und Muskulatur des rechten Ellenbogen bei Epicondylitis radialis und ulnaris, Quelle: eigene Darstellung

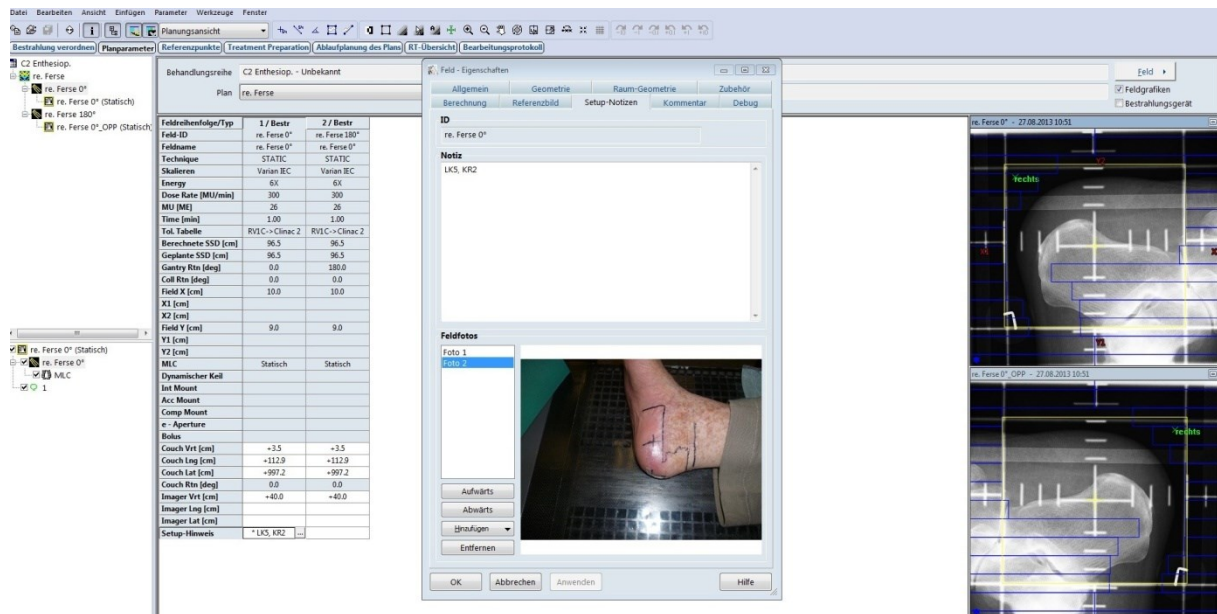


Abb. 20: Bestrahlungsfelder,- und plan mit Teilabdeckung des Calcaneus und kompletter Abdeckung des Sprunggelenkes der linken Ferse, Quelle: eigene Darstellung

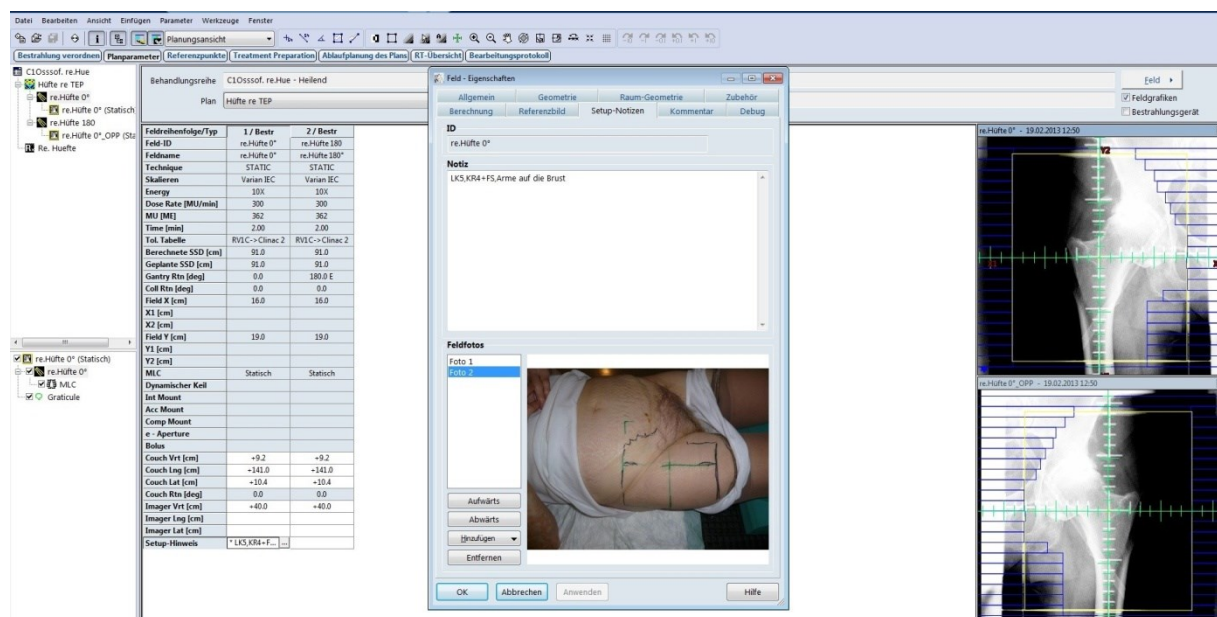


Abb. 21: Bestrahlungsfelder,- und plan mit Abdeckung des Beckenorgane und Weichteile bei kompletter Erfassung des Gelenkes sowie der lateralen Weichteile bei Coxarthrose rechts, Enthesiopathie und Bursitis der rechten Trochanter
Quelle: eigene Darstellung

4.6.4 Bestrahlungsfelder

Die Primärregionen wurden mit ultraharten Bremsstrahlen (Photonen) der Energie 6 und/ oder 10 MeV bestrahlt, die Fraktionierung betrug 0,5 Gy pro Tag, insgesamt zwei bis dreimal pro Woche. Das primäre Zielvolumen umschloss das Gelenk. Bestrahlt wurden über ventrale, dorsale, schräg rechts sowie schräg links laterale Felder. Die Bestrahlungsfelder wurden mittels beam's eye view kontrolliert.

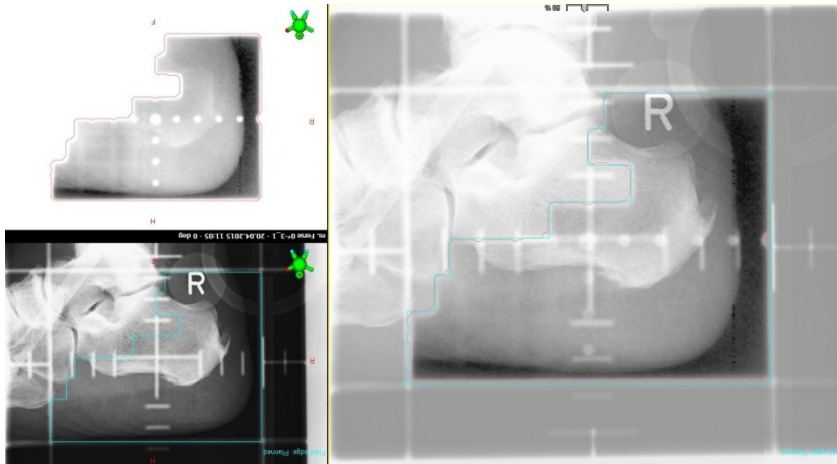


Abb. 22: Bestrahlungsplanung, Simulation und Bestrahlungsfeld einer Ferse („beam's eye view“).
Quelle: eigene Darstellung

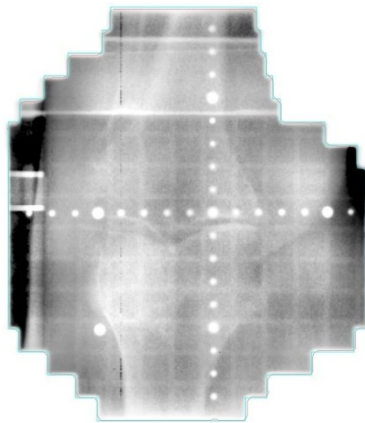


Abb. 23: Bestrahlungsfeld Knie
(„beam's eye view“)

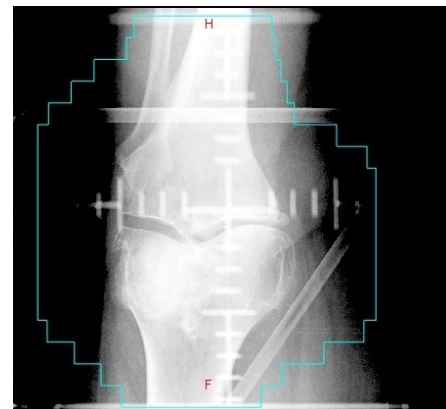


Abb. 24: Bestrahlungsplanung Knie
Quelle: eigene Darstellung

4.6.5 Feldgröße

Abhängig von der Größe des zu bestrahlenden Gelenkes wurde ein individuelles Bestrahlungsfeld erstellt. Je nach Gelenkgröße variierten die Feldgrößen zwischen 3 cm² - 350

cm². In Tabelle 7 sind die Feldbreiten und Feldlängen im Minimum und Maximum dargestellt.

	Minimum in cm ²	Maximum in cm ²
Kleingelenke	3	150
Großgelenke	200	350

Tabelle 7: Feldgrößen

4.6.6 Fraktionierung und Dosierung der Bestrahlung

Alle 609 Patienten erhielten zunächst eine Bestrahlungsserie.

Patienten, die nach der ersten Serie und einer durchschnittlichen Follow-up-Zeit von 24 Wochen (min. 12 – 14) wegen des nicht vollständig eingetretenen Therapieerfolges eine zweite Bestrahlungsserie benötigten, wurden erneut in einer zweiten Serie 2-3 x wöchentlich, mit 8 Bestrahlungen und einer Einzeldosis von 0,5 Gy, behandelt.

✓ Einzelreferenzdosis

Die Bestrahlung erfolgte bei dieser Fraktionierung zweimal - dreimal pro Woche mit einer Einzelreferenzdosis von 0,5 Gy.

✓ Gesamtreferenzdosis

Die applizierte Gesamtreferenzdosis in der Patientengruppe betrug 4 Gy. Alle Patienten wurden nach diesem neuen Fraktionierungsschema bestrahlt. Dies entspricht einem Anteil von 100 %. Es gab keine Abweichungen von dieser Gesamtdosis und vom geplanten Therapieverlauf.

5 ERGEBNISSE

5.1 AUSWERTUNG NACH HYPOTHESENTESTS

Hypothese 1: Das Alter und das Geschlecht der Patienten sind verantwortlich für den Behandlungserfolg.

Von den untersuchten 609 Patienten waren: 161 Männer (26,44%) und 448 Frauen (73,56%)

Das Verhältnis von weiblichen zu männlichen Patienten entsprach somit 64:36.

Bei 298 (66,6%) Frauen war insgesamt eine Beschwerdeverbesserung nach der Radiotherapie zu verzeichnen. Nur 150 (33,5%) der behandelten Patientinnen konnten keine Verbesserung feststellen. Dagegen verspürten 115 (71,4%) Männer eine Verbesserung nach der Bestrahlung und 46 (28,6%) Patienten negierten einen positiven Effekt.

Das Chi-Quadrat nach Pearson beträgt 0,007. Womit eine hohe signifikante Abhängigkeit bewiesen ist, denn es zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern und der Beschwerdeverbesserung. Zugunsten der männlichen Patienten.

			Beschwerdeverbesserung nach Strahlentherapie					Gesamt
			Nein	Ja, sofort	Ja, nach ca. 6 Wochen	Ja, nach ca. 3 Monaten	Ja, nach ca. 6 Monaten	
Geschlecht	Männer	Anzahl	46	21	51	22	21	161
		% innerhalb Geschlecht	28,6%	13,0%	31,7%	13,7%	13,0%	100,0%
	Frauen	Anzahl	150	64	107	98	29	448
		% innerhalb Geschlecht	33,5%	14,3%	23,9%	21,9%	6,5%	100,0%
Gesamt	Anzahl		196	85	158	120	50	609
	% innerhalb Geschlecht		32,2%	14,0%	25,9%	19,7%	8,2%	100,0%

Tabelle 8: Kreuztabelle Geschlecht x Beschwerdeverbesserung nach Bestrahlung

Zur Veranschaulichung der Altersstruktur der Patienten wurde eine Aufteilung in einzelne Altersklassen vorgenommen und diese zur besseren Auswertung zusammengefasst:

Altersgruppierung:

1.) Patienten von 20 - 49 Jahren	77 Patienten
2.) Patienten von 50 - 59 Jahren	150 Patienten
3.) Patienten von 60 - 69 Jahren	182 Patienten
4.) Patienten von 70 - 99 Jahren	200 Patienten

			Beschwerdebesserung		Gesamt
			Nein	Ja	
Altersgruppe	20-49	Anzahl	27	50	77
		% innerhalb Altersgruppe	35,1%	64,9%	100,0%
	50-59	Anzahl	53	97	150
		% innerhalb Altersgruppe	35,3%	64,7%	100,0%
	60-69	Anzahl	55	127	182
		% innerhalb Altersgruppe	30,2%	69,8%	100,0%
	70-90	Anzahl	61	139	200
		% innerhalb Altersgruppe	30,5%	69,5%	100,0%
Gesamt		Anzahl	196	413	609
		% innerhalb Altersgruppe	32,2%	67,8%	100,0%

Tabelle 9: Keuztabelle Alter x Beschwerdebesserung nach Bestrahlung

Das Chi-Quadrat liegt bei 0,669 – somit ist keine signifikante Abhängigkeit zu beweisen. Zudem zeigt auch die deskriptive Auswertung lediglich geringe Unterschiede in den Altersgruppen. Hypothese1 lässt sich somit nur teilbestätigen.

Hypothese 2: Das Behandlungsergebnis ist unabhängig von der Vorbehandlung.

Die am häufigsten vor Bestrahlungsbeginn durchgeführten Therapien waren die Verordnung von **Medikamenten** (283 Patienten), **Spritzen** (213 Patienten) und **Physiotherapie** (180 Patienten).

Eine alternative Therapie in Form der Akupunktur erhielten 30 Patienten, voroperiert waren 37 Patienten, vorbestrahlt wurden 118 Patienten. Siehe hierzu folgende Tabelle:

Therapie	Patienten (n)
Antiphlogistik, Antirheumatika (Tabletten/ Kapseln)	283
Instaläsional, intramuskulär (Spritzen)	213
Physiotherapie (z.B. Massagen, Chiropraktik, Osteopathie, Gymnastik)	180
Topisch (Creme/ Salben)	170
Strahlentherapie	118
Ultraschall	111
Reizstrom	60
Ruhigstellung (Bandagen/ Gips)	53
Operation	37
Akupunktur	30
Magnetfeldtherapie	12

Tabelle 10: Therapien vor Strahlentherapie

Nach Auswertung aller Vorbehandlungen lässt sich die Hypothese durchgängig bestätigen. Keine der in Tabelle 10 genannten Therapien beeinflusste das Bestrahlungsergebnis.

Folgend werden nur ausgewählte Beispiele aufgezeigt, um den Rahmen der Ergebnisse nicht zu überfüllen.

Bei der Gegenüberstellung - Vortherapie JA/ NEIN - sind die Ergebnisse annähernd gleich, es zeigen sich nur marginale Unterschiede in der Beschwerdefreiheit in Ruhe.

Das jeweilige Chi-Quadrat bestätigt, dass keine signifikanten Abhängigkeiten nachzuweisen sind.

			Beschwerdefreiheit nach der Strahlentherapie in Ruhe					Gesamt
			Nein	Ja, sofort	Ja, nach ca. 6 Wochen	Ja, nach ca. 3 Monaten	Ja, nach ca. 6 Monaten	
Antiphlogistika Tabletten/Kapseln	Nein	Anzahl	124	54	83	45	20	326
		% innerhalb Antiphlogistik	38,0%	16,6%	25,5%	13,8%	6,1%	100,0%
	Ja	Anzahl	116	43	70	42	12	283
		% innerhalb Antiphlogistik	41,0%	15,2%	24,7%	14,8%	4,2%	100,0%
Gesamt		Anzahl	240	97	153	87	32	609
		% innerhalb Antiphlogistik	39,4%	15,9%	25,1%	14,3%	5,3%	100,0%

Tabelle 11: Kreuztabelle Antiphlogistika x Beschwerdefreiheit nach Bestrahlung in Ruhe
Chi-Quadrat 0,792

			Beschwerdefreiheit nach der Strahlentherapie in Ruhe					Gesamt
			Nein	Ja, sofort	Ja, nach ca. 6 Wochen	Ja, nach ca. 3 Monaten	Ja, nach ca. 6 Monaten	
Spritzen	Nein	Anzahl	152	63	108	54	19	396
		% innerhalb Spritzen	38,4%	15,9%	27,3%	13,6%	4,8%	100,0%
	Ja	Anzahl	88	34	45	33	13	213
		% innerhalb Spritzen	41,3%	16,0%	21,1%	15,5%	6,1%	100,0%
Gesamt		Anzahl	240	97	153	87	32	609
		% innerhalb Spritzen	39,4%	15,9%	25,1%	14,3%	5,3%	100,0%

Tabelle 12: Kreuztabelle Spritzen x Beschwerdefreiheit in Ruhe nach Bestrahlung
Chi-Quadrat 0,53

			Beschwerdefreiheit nach der Strahlentherapie in Ruhe					Gesamt
			Nein	Ja, sofort	Ja, nach ca. 6 Wochen	Ja, nach ca. 3 Monaten	Ja, nach ca. 6 Monaten	
Ruhigstellung	Nein	Anzahl	214	90	142	79	31	556
		% innerhalb Ruhigstellung	38,5%	16,2%	25,5%	14,2%	5,6%	100,0%
	Ja	Anzahl	26	7	11	8	1	53
		% innerhalb Ruhigstellung	49,1%	13,2%	20,8%	15,1%	1,9%	100,0%
Gesamt		Anzahl	240	97	153	87	32	609
		% innerhalb Ruhigstellung	39,4%	15,9%	25,1%	14,3%	5,3%	100,0%

Tabelle 13: Keuztabelle Ruhigstellung x Beschwerdefreiheit in Ruhe nach Bestrahlung

Chi-Quadrat 0,499

			Beschwerdefreiheit nach der Strahlentherapie in Ruhe					Gesamt
			Nein	Ja, sofort	Ja, nach ca. 6 Wochen	Ja, nach ca. 3 Monaten	Ja, nach ca. 6 Monaten	
Reizstrom	Nein	Anzahl	216	86	141	77	29	549
		% innerhalb Reizstrom	39,3%	15,7%	25,7%	14,0%	5,3%	100,0%
	Ja	Anzahl	24	11	12	10	3	60
		% innerhalb Reizstrom	40,0%	18,3%	20,0%	16,7%	5,0%	100,0%
Gesamt		Anzahl	240	97	153	87	32	609
		% innerhalb Reizstrom	39,4%	15,9%	25,1%	14,3%	5,3%	100,0%

Tabelle 14: Keuztabelle Reizstrom x Beschwerdefreiheit in Ruhe nach Bestrahlung

Chi-Quadrat 0,876

			Beschwerdefreiheit nach der Strahlentherapie in Ruhe					Gesamt
			Nein	Ja, sofort	Ja, nach ca. 6 Wochen	Ja, nach ca. 3 Monaten	Ja, nach ca. 6 Monaten	
Physiotherapie	Nein	Anzahl	168	64	111	62	24	429
		% innerhalb Physiotherapie	39,2%	14,9%	25,9%	14,5%	5,6%	100,0%
	Ja	Anzahl	72	33	42	25	8	180
		% innerhalb Physiotherapie	40,0%	18,3%	23,3%	13,9%	4,4%	100,0%
Gesamt		Anzahl	240	97	153	87	32	609
		% innerhalb Physiotherapie	39,4%	15,9%	25,1%	14,3%	5,3%	100,0%

Tabelle 15: Keuztabelle Physiotherapie x Beschwerdefreiheit in Ruhe nach Bestrahlung

Chi-Quadrat 0,804

Hypothese 3: Kleingelenke reagieren schlechter auf die Therapie als Großgelenke.

Bestrahlungsregion	Patienten (n) Rechts	Patienten (n) Links	Patienten (n) Beidseits	Prozent
Finger	12	10	39	10,1%
Hand/ Handgelenk	18	11	38	11,0%
Ellenbogen	56	30	10	16,1%
Schulter	30	23	7	9,8%
Hüfte	18	22	11	8,7%
Knie	27	29	35	15,5%
Fuß/ Fußgelenk	68	92	40	32,9%
Zehen	0	0	0	0%
Andere	10	6	12	3,1%

Tabelle 16: Übersicht bestrahlte Gelenke

Bei der Unterteilung in Groß- und Kleingelenke wurde festgestellt, dass bei 11 Patienten mehrere Groß- und Kleingelenke bestrahlt wurden. Daraus ergibt sich eine prozentuale Gesamtsumme von über 100%, da die beidseitigen Bestrahlungen bei der Übersicht mitgezählt wurden.

Gelenkart	Patienten (n)	Prozent %
Kleingelenke	405	66,5%
Großgelenke	193	31,7%
Groß- und Kleingelenke	11	1,8%

Tabelle 17: Unterteilung Bestrahlungsregionen nach Gelenkgröße

Für die Auswertung der Hypothese 3, wurden die doppelt bestrahlten Patienten ausgeschlossen. Somit ergibt sich n=598.

			Beschwerdebesserung in Ruhe		Gesamt
			Nein	Ja	
Gelenkgröße	Kleingelenke	Anzahl	114	291	405
		% innerhalb Gelenkgröße	28,1%	71,9%	100,0%
	Großgelenke	Anzahl	33	160	193
		% innerhalb Gelenkgröße	17,1%	82,9%	100,0%
Gesamt		Anzahl	147	451	598
		% innerhalb Gelenkgröße	24,6%	75,4%	100,0%

Tabelle 18: Kreuztabelle Gelenkgröße x Beschwerdeverbesserung in Ruhe nach Bestrahlung

Chi-Quadrat 0,003

Von 405 Patienten mit bestrahlten Kleingelenken, verzeichneten 71,9% eine Beschwerdebesserung in Ruhe. Im Vergleich dazu gaben 82,9% der befragten 160 Patienten eine Verbesserung bei den bestrahlten Großgelenken an.

Das Chi-Quadrat bestätigt mit 0,003 eine signifikante Abhängigkeit von Gelenkgröße und der erzielten Verbesserung der Patientenbeschwerden.

Hypothese 4: Es erfolgt eine Schmerzlinderung/ Schmerzfreiheit in Ruhe und Bewegung (CR= komplette Remission, PR= partielle Remission).

Waren die Patienten nach der Bestrahlung beschwerdefrei in Ruhe?

Nein	240 Patienten	39,4%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	97 Patienten	15,9%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	153 Patienten	25,1%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	87 Patienten	14,3%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	32 Patienten	5,3%

✓ An dieser Stelle ist eine (CR) in Ruhe nach Strahlentherapie von 60,6% zu verzeichnen.

Waren die Patienten nach Bestrahlung beschwerdefrei bei Belastung?

Nein	338 Patienten	55,5%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	44 Patienten	07,2%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	104 Patienten	17,1%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	87 Patienten	14,3%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	36 Patienten	05,9%

✓ Hier zeigt sich eine CR bei Belastung nach Strahlentherapie von 44,5%.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung in Ruhe?

Nein	149 Patienten	24,5%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	128 Patienten	21,0%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	163 Patienten	26,8%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	136 Patienten	22,3%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	33 Patienten	05,4%

✓ Eine (PR) in Ruhe nach erfolgter Strahlentherapie, konnte bei 75,5% der Patienten belegt werden.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung bei Bewegung?

Nein	196 Patienten	32,2%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	85 Patienten	14,0%

Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	158 Patienten	25,9%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	120 Patienten	19,7%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	50 Patienten	08,2%

- ✓ Hier zeigten 67,8% der befragten Patienten eine PR bei Bewegung nach der Strahlentherapie.

Hypothese 5: Auch nach den empfohlenen 3 Monaten, ist noch mit einem Anstieg der Schmerzfreiheit nach Strahlentherapie zu rechnen.

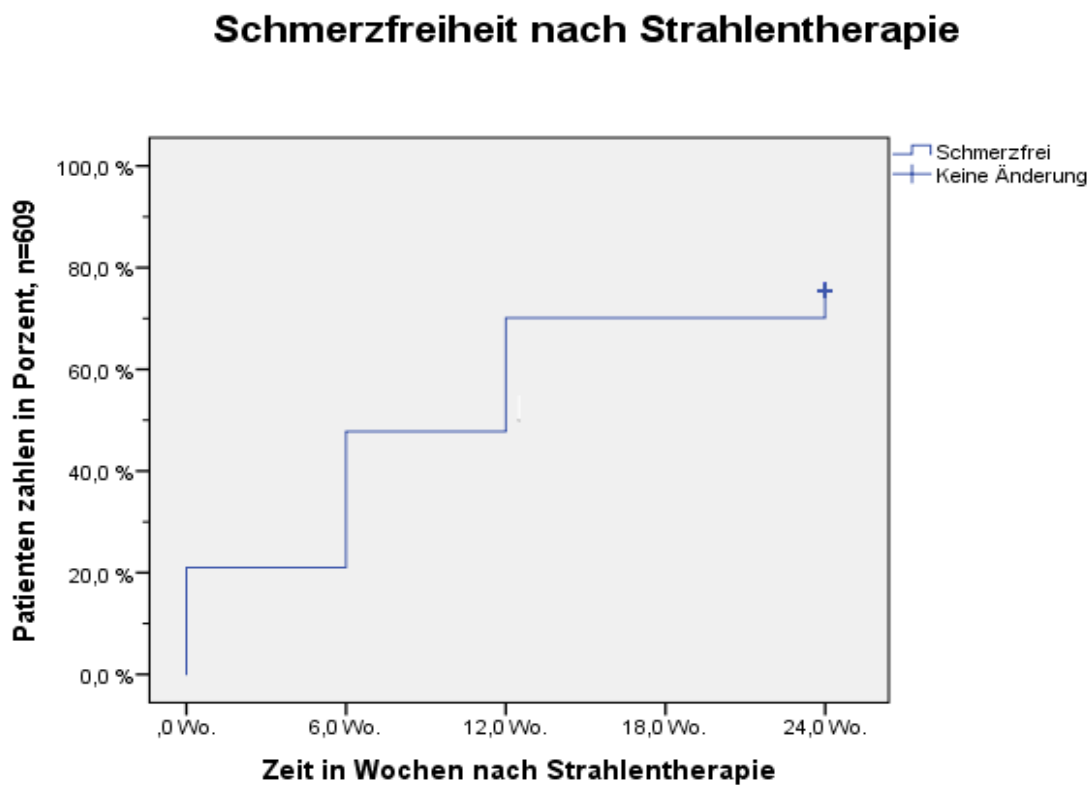


Abb. 22: Nach 3 Monaten gaben 25% der therapierten Patienten eine Schmerzfreiheit, ohne zusätzliche Bestrahlung, an.

Häufigkeiten des Therapieerfolgs nach 3 Monaten

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente
Gültig	Nein	473	77,7	77,7
	Ja	136	22,3	22,3
	Gesamt	609	100,0	100,0

Tabelle 19: Häufigkeit der Beschwerdeverbesserung nach 3 Monaten

Bei der Betrachtung der Patientengruppe nach einer Wartezeit von genau 3 Monaten nach Therapieende, wurde festgestellt, dass 136 Patienten (22,3% des Gesamtkollektivs) eine Beschwerdeverbesserung angeben konnten.

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente	Bootstrap für Prozent			
						Verzerrung	Standard Fehler	95% Konfidenzintervall	
								Unterer Wert	Oberer Wert
Gültig	Nein	272	75,8	75,8	75,8	,0	2,3	71,2	80,3
	Ja	87	24,2	24,2	100,0	,0	2,3	19,7	28,8
	Gesamt	359	100,0	100,0		,0	,0	100,0	100,0

Tabelle 20: Häufigkeit der Beschwerdefreiheit nach 3 Monaten

87 Patienten (24,2% des Gesamtkollektivs) bei denen eine Beschwerdefreiheit erreicht wurde, haben diese 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie erfahren.

Nach statistischer Aussage ist in einem anderen Patientenkollektiv eine Beschwerdefreiheit nach 3 Monaten von min. 19,7% (worst case) und max. 28,8% (best case) zu erwarten.

Hypothese 6: Großgelenke reagieren auf die Strahlentherapie, aber später als die Kleingelenke.

Diese Hypothese kann anhand der Daten widerlegt werden. Es gibt keine eindeutigen, zeitlichen Reaktionsunterschiede zwischen den Gelenkarten.

	Großgelenke beschwerdefrei in Ruhe	Kleingelenke beschwerdefrei in Ruhe	Großgelenke beschwerdefrei bei Belastung	Kleingelenke beschwerdefrei bei Belastung
Ja, sofort	20,7%	13,8%	8,3%	6,7%
nach 6 Wochen	25,9%	24,5%	18,6%	16,1%
nach 3 Monaten	14,0%	14,6%	16,2%	13,8%
nach 6 Monaten	5,2%	5,4%	4,1%	6,9%

Tabelle 21: Beschwerdefreiheit in Ruhe/ Belastung nach Gelenkart

	Großgelenke Besserung in Ruhe	Kleingelenke Besserung in Ruhe	Großgelenke Besserung bei Belastung	Kleingelenke Besserung bei Belastung
Ja, sofort	24,9%	19,3%	14,5%	13,3%
nach 6 Wochen	29,5%	25,4%	30,1%	24,0%
nach 3 Monate	23,3%	21,7%	20,7%	19,0%
nach 6 Monate	5,2%	5,4%	7,2%	8,9%

Tabelle 22: Beschwerdebesserung in Ruhe/ Belastung nach Gelenkart

Hypothese 7: Die Beschwerden werden durch die Strahlentherapie der Groß- und Kleingelenke geringer. Mindestens 70-80% der befragten Patienten erfahren eine Verbesserung der Beschwerden nach Strahlentherapie – wobei die Großgelenke besser auf die Radiotherapie reagieren, als die behandelten Kleingelenke.

Die folgende Tabelle zeigt im Vergleich die prozentuale Verteilung der CR/ PR/ NR. Die Beschwerden der Patienten werden signifikant geringer. Die Großgelenke reagieren besser auf die erfolgte Therapie als die Kleingelenke. Allerdings waren die vermuteten min. 70% Verbesserung nicht immer zu erreichen. So zeigt sich vor allem die erwartete Beschwerdefreiheit, bei beiden Gelenkarten, mit geringeren Werten als vermutet.

	CR Ruhe	CR Belastung	PR Ruhe	PR Belastung	NR- Progress
Großgelenke	65,7%	47,2%	82,9%	72,5%	10,4%
Kleingelenke	58,3%	43,5%	71,8%	65,2%	11,1%

Tabelle 23: Remissionen nach Gelenkart

Zur besseren Nachvollziehbarkeit der dargestellten Ergebnisse, erfolgt eine detaillierte Auswertung nach Klein- und Großgelenken.

5.2 AUSWERTUNG NACH GELENKGRÖßE

5.2.1 Auswertung Kleingelenke

Waren die Patienten nach der Bestrahlung beschwerdefrei in Ruhe?

Nein	169 Patienten	41,7%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	56 Patienten	13,8%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	99 Patienten	24,5%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	59 Patienten	14,6%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	22 Patienten	5,4%

✓ An dieser Stelle ist eine (CR) in Ruhe nach Strahlentherapie von 58,3% zu verzeichnen.

Waren die Patienten nach Bestrahlung beschwerdefrei bei Belastung?

Nein	229 Patienten	56,5%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	27 Patienten	6,7%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	65 Patienten	16,1%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	56 Patienten	13,8%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	28 Patienten	6,9%

✓ Hier zeigt sich eine CR bei Belastung nach Strahlentherapie von 43,5%.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung in Ruhe?

Nein	114 Patienten	28,2%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	78 Patienten	19,3%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	103 Patienten	25,4%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	88 Patienten	21,7%

Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	22 Patienten	5,4%
---	--------------	------

- ✓ Eine (PR) in Ruhe nach erfolgter Strahlentherapie, konnte bei 71,8% der Patienten belegt werden.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung bei Bewegung?

Nein	141 Patienten	34,8%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	54 Patienten	13,3%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	97 Patienten	24,0%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	77 Patienten	19,0%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	36 Patienten	8,9%

- ✓ Hier zeigten 65,2% der befragten Patienten eine PR bei Bewegung nach der Strahlentherapie.

Waren die Beschwerden der Patienten nach der Bestrahlung unverändert?

Nein	248 Patienten	61,2%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	79 Patienten	19,5%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	26 Patienten	6,4%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	26 Patienten	6,4%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	26 Patienten	6,4%

Haben sich die Beschwerden der Patienten nach der Bestrahlung verschlechtert?

Nein	360 Patienten	88,9%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	24 Patienten	5,9%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	8 Patienten	2,0%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	7 Patienten	1,7%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	6 Patienten	1,5%

- ✓ Eine (NR bzw. Progress) nach erfolgter Strahlentherapie, konnte bei 11,1% der Patienten belegt werden.

5.2.2 Auswertung Großgelenke

Waren die Patienten nach der Bestrahlung beschwerdefrei in Ruhe?

Nein	66 Patienten	34,2%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	40 Patienten	20,7%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	50 Patienten	25,9%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	27 Patienten	14,0%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	10 Patienten	5,2%

✓ An dieser Stelle ist eine (CR) in Ruhe nach Strahlentherapie von 65,7% zu verzeichnen.

Waren die Patienten nach Bestrahlung beschwerdefrei bei Belastung?

Nein	102 Patienten	52,8%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	16 Patienten	8,3%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	36 Patienten	18,6%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	31 Patienten	16,2%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	8 Patienten	4,1%

✓ Hier zeigt sich eine CR bei Belastung nach Strahlentherapie von 47,2%.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung in Ruhe?

Nein	33 Patienten	17,1%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	48 Patienten	24,9%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	57 Patienten	29,5%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	45 Patienten	23,3%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	10 Patienten	5,2%

✓ Eine (PR) in Ruhe nach erfolgter Strahlentherapie, konnte bei 82,9% der Patienten belegt werden.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung auch bei Bewegung?

Nein	53 Patienten	27,5%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	28 Patienten	14,5%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	58 Patienten	30,1%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	40 Patienten	20,7%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	14 Patienten	7,2%

✓ Hier zeigten 72,5% der befragten Patienten eine PR bei Bewegung nach der Strahlentherapie.

Waren die Beschwerden der Patienten nach der Bestrahlung unverändert?

Nein	121 Patienten	62,7%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	34 Patienten	17,6%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	14 Patienten	7,2%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	15 Patienten	7,8%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	9 Patienten	4,7%

Haben sich die Beschwerden der Patienten nach der Bestrahlung verschlechtert?

Nein	173 Patienten	89,6%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	10 Patienten	5,2%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	2 Patienten	1,0%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	4 Patienten	2,1%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	4 Patienten	2,1%

✓ Eine NR bzw. Progress nach erfolgter Strahlentherapie, konnte bei 10,4% der Patienten belegt werden.

5.3 AUSWERTUNGEN DER EINZELNEN GELENKE

	CR Ruhe	CR Belastung	PR Ruhe	PR Belastung	NR- Progress
Finger	41,94%	30,65%	64,52%	59,68%	12,9%
Hand/ Handgelenk	50,75%	31,34%	62,69%	53,73%	13,43%
Ellenbogen	64,29%	46,94%	77,55%	70,41%	9,2%
Schulter	73,34%	58,34%	91,67%	81,67%	10,0%
Hüfte	62,26%	54,72%	79,25%	79,25%	13,21%
Knie	62,11%	35,79%	80,0%	65,26%	8,42%
Füße/ Fußgelenke	61,5%	47,5%	74,5%	70,0%	9,5%

Tabelle 24: Überblick Remissionen der einzelnen Gelenke

5.3.1 Finger

		Häufigkeit	Prozent
Gültig	Keine Bestrahlung	547	89,8
	Rechts	13	2,1
	Links	11	1,8
	Beidseits	38	6,2
	Gesamt	609	100,0

Tabelle 25: Bestrahlung Finger

Die Therapie erfolgte bei 62 Patienten, bei welchen 100 Gelenke bestrahlt wurden. Davon waren 18 Männer und 44 Frauen. Durch die Strahlentherapie wurden sehr gute Ergebnisse in Hinblick auf Verbesserung der Schmerz- und Bewegungssymptomatik erzielt – im Vergleich zur völligen Beschwerdefreiheit (in Ruhe und Bewegung).

	CR Ruhe	CR Belastung	PR Ruhe	PR Belastung	NR- Progress
Finger	41,94%	30,65%	64,52%	59,68%	12,9%

Tabelle 26: Remission Finger

Eine positive Veränderung der Beschwerden haben 87,10% der Patienten erfahren, nur 12,9% der Befragten konnten dies nicht bestätigen (NR). Bei 8 Patienten haben sich die Beschwerden im Laufe des Beobachtungszeitraumes verschlechtert. Was jedoch ein weiteres Fortschreiten der Erkrankung darstellen kann und nicht auf die Radiotherapie zurückzuführen ist. Hierbei haben 13 (20,9% Beschwerdeverbesserung bei Bewegung) Patienten von der längeren Bestrahlungspause profitiert.

Altersverteilung

1.) Patienten von 20 - 29 Jahren	0 Patienten
2.) Patienten von 30 - 39 Jahren	1 Patienten
3.) Patienten von 40 - 49 Jahren	1 Patienten
4.) Patienten von 50 - 59 Jahren	9 Patienten
5.) Patienten von 60 - 69 Jahren	19 Patienten
6.) Patienten von 70 - 79 Jahren	28 Patienten
7.) Patienten von 80 – 89 Jahren	2 Patienten
8.) Patienten älter als 90 Jahre	2 Patienten

Waren die Patienten nach der Bestrahlung beschwerdefrei in Ruhe?

Nein	36 Patienten	58,0%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	4 Patienten	6,5%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	14 Patienten	22,6%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	5 Patienten	8,1%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	3 Patienten	4,8%

✓ An dieser Stelle ist eine (CR) in Ruhe nach Strahlentherapie von 41,94% zu verzeichnen.

Waren die Patienten nach Bestrahlung beschwerdefrei bei Belastung?

Nein	43 Patienten	69,4%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	2 Patienten	3,2%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	8 Patienten	12,9
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	7 Patienten	11,3%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	2 Patienten	3,2%

✓ Hier zeigt sich eine CR bei Belastung nach Strahlentherapie von 30,65%.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung in Ruhe?

Nein	22 Patienten	35,5%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	8 Patienten	12,9%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	14 Patienten	22,6%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	11 Patienten	17,7%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	7 Patienten	11,3%

✓ Eine (PR) in Ruhe nach erfolgter Strahlentherapie, konnte bei 64,52% der Patienten belegt werden.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung bei Bewegung?

Nein	25 Patienten	40,3%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	7 Patienten	11,3%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	13 Patienten	20,9%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	13 Patienten	20,9%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	4 Patienten	6,5%

✓ Hier zeigten 59,68% der befragten Patienten eine PR bei Bewegung nach der Strahlentherapie.

Haben sich die Beschwerden der Patienten nach der Bestrahlung verschlechtert?

Nein	54 Patienten	87,1%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	2 Patienten	3,2%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	2 Patienten	3,2%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	3 Patienten	4,8%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	1 Patienten	1,6%

✓ Eine NR bzw. Progress nach erfolgter Strahlentherapie, konnte bei 12,9% der Patienten belegt werden.

5.3.2 Hand/ Handgelenk

Die Therapie erfolgte bei 67 Patienten, bei welchen 105 Gelenke bestrahlt wurden. Davon waren 12 Männer und 55 Frauen. Durch die Strahlentherapie wurden sehr gute Ergebnisse in Hinblick auf Verbesserung der Schmerz- und Bewegungssymptomatik erzielt – im Vergleich zur völligen Beschwerdefreiheit (in Ruhe und Bewegung).

	CR Ruhe	CR Belastung	PR Ruhe	PR Belastung	NR- Progress
Hand/ Handgelenk	50,75%	31,34%	62,69%	53,73%	13,43%

Tabelle 27: Remission Hand/ Handgelenk

Eine positive Veränderung der Beschwerden haben 86,57% erfahren, bei 13,43% der Patienten wurde keine Verbesserung beobachtet. Zum Teil haben sich die Beschwerden, bei 9 Patienten, im Laufe des Beobachtungszeitraumes verschlimmert.

Altersverteilung

1.) Patienten von 20 - 29 Jahren	0 Patienten
2.) Patienten von 30 - 39 Jahren	2 Patienten
3.) Patienten von 40 - 49 Jahren	1 Patienten
4.) Patienten von 50 - 59 Jahren	17 Patienten
5.) Patienten von 60 - 69 Jahren	22 Patienten
6.) Patienten von 70 - 79 Jahren	22 Patienten
7.) Patienten von 80 – 89 Jahren	3 Patienten
8.) Patienten älter als 90 Jahre	0 Patienten

Waren die Patienten nach der Bestrahlung beschwerdefrei in Ruhe?

Nein	33 Patienten	49,2%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	6 Patienten	8,9%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	18 Patienten	26,9%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	5 Patienten	7,5%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	5 Patienten	7,5%

✓ An dieser Stelle ist eine (CR) in Ruhe nach Strahlentherapie von 50,75% zu verzeichnen.

Waren die Patienten nach Bestrahlung beschwerdefrei bei Belastung?

Nein	46 Patienten	68,7%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	0 Patienten	0 %
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	9 Patienten	13,4%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	6 Patienten	8,9%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	6 Patienten	8,9%

✓ Hier zeigt sich eine CR bei Belastung nach Strahlentherapie von 31,34%.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung in Ruhe?

Nein	25 Patienten	37,3%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	10 Patienten	14,9%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	14 Patienten	20,9%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	13 Patienten	19,4%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	5 Patienten	7,5%

✓ Eine (PR) in Ruhe nach Therapie, konnte bei 62,69% der Patienten belegt werden.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung bei Bewegung?

Nein	31 Patienten	46,3%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	7 Patienten	10,4%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	12 Patienten	17,9%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	11 Patienten	16,4%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	6 Patienten	9,0%

✓ Hier zeigten 53,73% der befragten Patienten eine PR bei Bewegung nach der Strahlentherapie.

Haben sich die Beschwerden der Patienten nach der Bestrahlung verschlechtert?

Nein	58 Patienten	86,5%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	3 Patienten	4,5%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	1 Patienten	1,5%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	3 Patienten	4,5%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	2 Patienten	3,0%

✓ Eine NR bzw. Progress nach erfolgter Strahlentherapie, konnte bei 13,4% der Patienten belegt werden.

5.3.3 Ellenbogen

Die Therapie erfolgte bei 98 Patienten, bei welchen 108 Gelenke bestrahlt wurden. Davon waren 31 Männer und 67 Frauen. Durch die Strahlentherapie wurden auch hier sehr gute Ergebnisse, in Hinblick auf Verbesserung der Schmerz- und Bewegungssymptomatik, erzielt – im Vergleich zur völligen Beschwerdefreiheit (in Ruhe und Bewegung).

	CR Ruhe	CR Belastung	PR Ruhe	PR Belastung	NR- Progress
Ellenbogen	64,29%	46,94%	77,55%	70,41%	9,2%

Tabelle 28: Remission Ellenbogen

Eine positive Veränderung der Beschwerden haben 90,82% der Patienten erfahren und nur 9,18% der Befragten konnten dies nicht bestätigen (NR). Bei 9 Patienten haben sich die Beschwerden im Laufe des Beobachtungszeitraumes verschlechtert. Was jedoch ein weiteres Fortschreiten der Erkrankung darstellen kann und nicht auf die Radiotherapie zurückzuführen ist. Hierbei haben 26 Patienten (26,5% Beschwerdeverbesserung in Ruhe) von der längeren Bestrahlungspause profitiert.

Altersverteilung

1.) Patienten von 20 - 29 Jahren	0 Patienten
2.) Patienten von 30 - 39 Jahren	7 Patienten
3.) Patienten von 40 - 49 Jahren	28 Patienten
4.) Patienten von 50 - 59 Jahren	37 Patienten
5.) Patienten von 60 - 69 Jahren	17 Patienten
6.) Patienten von 70 - 79 Jahren	9 Patienten
7.) Patienten von 80 – 89 Jahren	0 Patienten
8.) Patienten älter als 90 Jahre	0 Patienten

Waren die Patienten nach der Bestrahlung beschwerdefrei in Ruhe?

Nein	35 Patienten	35,7%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	12 Patienten	12,2%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	28 Patienten	28,6%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	19 Patienten	19,4%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	4 Patienten	4,1%

- ✓ An dieser Stelle ist eine (CR) in Ruhe nach Strahlentherapie von 64,29% zu verzeichnen.

Waren die Patienten nach Bestrahlung beschwerdefrei bei Belastung?

Nein	52 Patienten	53,0%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	3 Patienten	3,1%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	20 Patienten	20,4%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	15 Patienten	15,3%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	8 Patienten	8,2%

- ✓ Hier zeigt sich eine CR bei Belastung nach Strahlentherapie von 46,94%.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung in Ruhe?

Nein	22 Patienten	22,4%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	19 Patienten	19,4%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	27 Patienten	27,6%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	26 Patienten	26,5%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	4 Patienten	4,1%

- ✓ Eine (PR) in Ruhe nach erfolgter Strahlentherapie, konnte bei 77,55% der Patienten belegt werden.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung bei Bewegung?

Nein	29 Patienten	29,6%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	10 Patienten	10,1%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	26 Patienten	26,6%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	21 Patienten	21,4%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	12 Patienten	12,3%

- ✓ Hier zeigten 70,418% der befragten Patienten eine PR bei Bewegung nach der Strahlentherapie.

Haben sich die Beschwerden der Patienten nach der Bestrahlung verschlechtert?

Nein	89 Patienten	90,8%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	6 Patienten	6,2%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	0 Patienten	0,0%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	2 Patienten	2,0%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	1 Patienten	1,0%

- ✓ Eine NR bzw. Progress nach erfolgter Strahlentherapie, konnte bei 9,2 % der Patienten belegt werden.

5.3.4 Schulter

Die Therapie erfolgte bei 60 Patienten, bei welchen 67 Gelenke bestrahlt wurden. Davon waren 18 Männer und 42 Frauen. Durch die Strahlentherapie wurden sehr gute Ergebnisse in Hinblick auf Freiheit bzw. der Verbesserung der Schmerz- und Bewegungssymptomatik erzielt.

	CR Ruhe	CR Belastung	PR Ruhe	PR Belastung	NR- Progress
Schulter	73,34%	58,34%	91,67%	81,67%	10,0%

Tabelle 29: Remission Schulter

Eine positive Veränderung der Beschwerden haben 90,0% der Patienten erfahren, nur 10,0% der Befragten konnten dies nicht bestätigen (NR). Bei 6 Patienten haben sich die Beschwerden im Laufe des Beobachtungszeitraumes verschlechtert. Was jedoch ein weiteres Fortschreiten der Erkrankung darstellen kann und nicht auf die Radiotherapie zurückzuführen ist. Hierbei haben 20 Patienten (33,3% Beschwerdeverbesserung in Ruhe) von der längeren Bestrahlungspause profitiert.

Altersverteilung

1.) Patienten von 20 - 29 Jahren	0 Patienten
2.) Patienten von 30 - 39 Jahren	0 Patienten
3.) Patienten von 40 - 49 Jahren	0 Patienten
4.) Patienten von 50 - 59 Jahren	13 Patienten
5.) Patienten von 60 - 69 Jahren	25 Patienten
6.) Patienten von 70 - 79 Jahren	20 Patienten
7.) Patienten von 80 – 89 Jahren	2 Patienten
8.) Patienten älter als 90 Jahre	0 Patienten

Waren die Patienten nach der Bestrahlung beschwerdefrei in Ruhe?

Nein	16 Patienten	26,7%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	11 Patienten	18,3%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	18 Patienten	30,0%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	12 Patienten	20,0%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	3 Patienten	5,0%

✓ An dieser Stelle ist eine (CR) in Ruhe nach Strahlentherapie von 73,34% zu verzeichnen.

Waren die Patienten nach Bestrahlung beschwerdefrei bei Belastung?

Nein	25 Patienten	41,7%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	7 Patienten	11,7%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	13 Patienten	21,7%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	13 Patienten	21,7%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	2 Patienten	3,2%

✓ Hier zeigt sich eine CR bei Belastung nach Strahlentherapie von 58,34%.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung in Ruhe?

Nein	5 Patienten	8,3%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	14 Patienten	23,4%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	19 Patienten	31,7%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	20 Patienten	33,3%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	2 Patienten	3,3%

✓ Eine (PR) in Ruhe nach erfolgter Strahlentherapie, konnte bei 91,67% der Patienten belegt werden.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung bei Bewegung?

Nein	11 Patienten	18,3%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	8 Patienten	13,3%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	15 Patienten	25,0%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	19 Patienten	31,7%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	7 Patienten	11,7%

✓ Hier zeigten 81,67% der befragten Patienten eine PR bei Bewegung nach der Strahlentherapie.

Haben sich die Beschwerden der Patienten nach der Bestrahlung verschlechtert?

Nein	54 Patienten	90,0%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	4 Patienten	6,6%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	1 Patienten	1,7%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	0 Patienten	0,0%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	1 Patienten	1,7%
✓ Eine <u>NR bzw. Progress</u> nach erfolgter Strahlentherapie, konnte bei 10% der Patienten belegt werden.		

5.3.5 Hüfte

Die Therapie erfolgte bei 53 Patienten, bei welchen 64 Gelenke bestrahlt wurden. Davon waren 10 Männer und 43 Frauen. Durch die Strahlentherapie wurden sehr gute Ergebnisse in Hinblick auf Verbesserung der Schmerz- und Bewegungssymptomatik erzielt – im Vergleich zur völligen Beschwerdefreiheit (in Ruhe und Bewegung).

	CR Ruhe	CR Belastung	PR Ruhe	PR Belastung	NR- Progress
Hüfte	62,26%	54,72%	79,25%	79,25%	13,21%

Tabelle 30: Remission Hüfte

Eine positive Veränderung der Beschwerden haben 86,79% der Bestrahlten erfahren, nur 13,21% der Befragten konnten dies nicht bestätigen (NR). Bei 7 Patienten haben sich die Beschwerden im Laufe des Beobachtungszeitraumes verschlechtert. Hierbei haben 9 Befragte (17,0% Beschwerdeverbesserung in Ruhe) von der längeren Bestrahlungspause profitiert.

Altersverteilung

1.) Patienten von 20 - 29 Jahren	0 Patienten
2.) Patienten von 30 - 39 Jahren	0 Patienten
3.) Patienten von 40 - 49 Jahren	1 Patienten
4.) Patienten von 50 - 59 Jahren	12 Patienten
5.) Patienten von 60 - 69 Jahren	20 Patienten
6.) Patienten von 70 - 79 Jahren	18 Patienten
7.) Patienten von 80 – 89 Jahren	1 Patienten
8.) Patienten älter als 90 Jahre	1 Patienten

Waren die Patienten nach der Bestrahlung beschwerdefrei in Ruhe?

Nein	20 Patienten	37,7%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	12 Patienten	22,6%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	15 Patienten	28,3%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	5 Patienten	9,4%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	1 Patienten	1,9%

✓ An dieser Stelle ist eine (CR) in Ruhe nach Strahlentherapie von 62,26% zu verzeichnen.

Waren die Patienten nach Bestrahlung beschwerdefrei bei Belastung?

Nein	24 Patienten	45,3%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	4 Patienten	7,6%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	15 Patienten	28,3%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	8 Patienten	15,0%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	2 Patienten	3,8%

✓ Hier zeigt sich eine CR bei Belastung nach Strahlentherapie von 54,72%.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung in Ruhe?

Nein	11 Patienten	20,7%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	16 Patienten	30,2%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	17 Patienten	32,1%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	9 Patienten	17,0%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	0 Patienten	0,0%

✓ Eine (PR) in Ruhe nach erfolgter Strahlentherapie, konnte bei 79,25% der Patienten belegt werden.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung bei Bewegung?

Nein	11 Patienten	20,7%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	10 Patienten	18,9%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	22 Patienten	41,5%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	8 Patienten	15,1%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	2 Patienten	3,8%

✓ Hier zeigten 79,25% der befragten Patienten eine PR bei Bewegung nach der Strahlentherapie.

Haben sich die Beschwerden der Patienten nach der Bestrahlung verschlechtert?

Nein	46 Patienten	86,8%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	2 Patienten	3,8%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	0 Patienten	0,0%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	2 Patienten	3,8%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	3 Patienten	5,6%
✓ Eine <u>NR</u> bzw. <u>Progress</u> nach erfolgter Strahlentherapie, konnte bei 13,5% der Patienten belegt werden.		

5.3.6 Knie

Die Therapie erfolgte bei 95 Patienten, bei welchen 130 Gelenke bestrahlt wurden. Davon waren 34 Männer und 61 Frauen. Durch die Strahlentherapie wurden sehr gute Ergebnisse in Hinblick auf Verbesserung der Schmerz- und Bewegungssymptomatik erzielt – im Vergleich zur völligen Beschwerdefreiheit (in Ruhe und Bewegung).

	CR Ruhe	CR Belastung	PR Ruhe	PR Belastung	NR- Progress
Knie	62,11%	35,79%	80,0%	65,26%	8,42%

Tabelle 31: Remission Knie

Eine positive Veränderung der Beschwerden haben 91,58% der Patienten erfahren, nur 8,42% der Befragten konnten dies nicht bestätigen (NR). Bei 8 Patienten haben sich die Beschwerden im Laufe des Beobachtungszeitraumes verschlechtert. Was jedoch ein weiteres Fortschreiten der Erkrankung darstellen kann und nicht auf die Radiotherapie zurückzuführen ist. Hierbei haben 20 Patienten (21,1% Beschwerdeverbesserung in Ruhe) von der längeren Bestrahlungspause profitiert.

Altersverteilung

1.) Patienten von 20 - 29 Jahren	0 Patienten
2.) Patienten von 30 - 39 Jahren	0 Patienten
3.) Patienten von 40 - 49 Jahren	5 Patienten
4.) Patienten von 50 - 59 Jahren	18 Patienten
5.) Patienten von 60 - 69 Jahren	28 Patienten
6.) Patienten von 70 - 79 Jahren	35 Patienten

7.) Patienten von 80 – 89 Jahren	9 Patienten
8.) Patienten älter als 90 Jahre	0 Patienten

Waren die Patienten nach der Bestrahlung beschwerdefrei in Ruhe?

Nein	36 Patienten	37,9%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	20 Patienten	21,1%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	22 Patienten	23,1%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	11 Patienten	11,6%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	6 Patienten	6,3%

✓ An dieser Stelle ist eine (CR) in Ruhe nach Strahlentherapie von 62,11% zu verzeichnen.

Waren die Patienten nach Bestrahlung beschwerdefrei bei Belastung?

Nein	61 Patienten	64,2%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	8 Patienten	8,4%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	12 Patienten	12,7%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	10 Patienten	10,5%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	4 Patienten	4,2%

✓ Hier zeigt sich eine CR bei Belastung nach Strahlentherapie von 35,79%.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung in Ruhe?

Nein	19 Patienten	20,0%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	22 Patienten	23,1%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	25 Patienten	26,3%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	20 Patienten	21,1%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	9 Patienten	9,5%

✓ Eine (PR) in Ruhe nach erfolgter Strahlentherapie, konnte bei 80,0% der Patienten belegt werden.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung bei Bewegung?

Nein	33 Patienten	34,7%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	15 Patienten	15,8%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	25 Patienten	26,3%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	16 Patienten	16,8%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	6 Patienten	6,4%

- ✓ Hier zeigten 65,26% der befragten Patienten eine PR bei Bewegung nach der Strahlentherapie.

Haben sich die Beschwerden der Patienten nach der Bestrahlung verschlechtert?

Nein	87 Patienten	91,6%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	4 Patienten	4,2%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	1 Patienten	1,05%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	2 Patienten	2,1%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	1 Patienten	1,05%

- ✓ Eine NR bzw. Progress nach erfolgter Strahlentherapie, konnte bei 8,42% der Patienten belegt werden.

5.3.7 Füße/ Fußgelenke

Die Therapie erfolgte bei 200 Patienten, bei welchen 240 Gelenke bestrahlt wurden. Davon waren 50 Männer und 150 Frauen. Durch die Strahlentherapie wurden zum Teil sehr gute Ergebnisse in Hinblick auf Verbesserung der Schmerz- und Bewegungssymptomatik erzielt – im Vergleich zur völligen Beschwerdefreiheit (in Ruhe und Bewegung).

	CR Ruhe	CR Belastung	PR Ruhe	PR Belastung	NR- Progress
Füße/ Fußgelenke	61,5%	47,5%	74,5%	70,0%	9,5%

Tabelle 32: Remission Füße/ Fußgelenke

Eine positive Veränderung der Beschwerden haben 90,5% der Probanden erfahren, nur 9,5% der Befragten konnten dies nicht bestätigen (NR). Bei 19 Patienten haben sich die Beschwerden im Laufe des Beobachtungszeitraumes verschlechtert. Hierbei haben 45 Patienten (22,5% Beschwerdeverbesserung in Ruhe) von der längeren Bestrahlungspause profitiert.

Altersverteilung

1.) Patienten von 20 - 29 Jahren	1 Patient
2.) Patienten von 30 - 39 Jahren	2 Patienten
3.) Patienten von 40 - 49 Jahren	27 Patienten

4.) Patienten von 50 - 59 Jahren	53 Patienten
5.) Patienten von 60 - 69 Jahren	60 Patienten
6.) Patienten von 70 - 79 Jahren	51 Patienten
7.) Patienten von 80 – 89 Jahren	5 Patienten
8.) Patienten älter als 90 Jahre	1 Patient

Waren die Patienten nach der Bestrahlung beschwerdefrei in Ruhe?

Nein	77 Patienten	38,5%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	37 Patienten	18,5%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	43 Patienten	21,5%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	32 Patienten	16,0%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	11 Patienten	5,5%

✓ An dieser Stelle ist eine (CR) in Ruhe nach Strahlentherapie von 61,5% zu verzeichnen.

Waren die Patienten nach Bestrahlung beschwerdefrei bei Belastung?

Nein	105 Patienten	52,5%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	23 Patienten	11,5%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	28 Patienten	24,0%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	31 Patienten	15,5%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	13 Patienten	6,5%

✓ Hier zeigt sich eine CR bei Belastung nach Strahlentherapie von 47,5%.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung in Ruhe?

Nein	51 Patienten	25,5%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	45 Patienten	22,5%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	49 Patienten	24,5%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	45 Patienten	22,5%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	10 Patienten	5,0%

✓ Eine (PR) in Ruhe nach erfolgter Strahlentherapie, konnte bei 74,5% der Patienten belegt werden.

Hatten die Patienten nach der Bestrahlung eine Beschwerdebesserung bei Bewegung?

Nein	60 Patienten	30,0%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	36 Patienten	18,0%

Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	47 Patienten	23,5%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	41 Patienten	20,5%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	16 Patienten	8,0%

- ✓ Hier zeigten 70,0% der befragten Patienten eine PR bei Bewegung nach der Strahlentherapie.

Haben sich die Beschwerden der Patienten nach der Bestrahlung verschlechtert?

Nein	181 Patienten	90,5%
Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie	12 Patienten	6,0%
Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie	5 Patienten	2,5%
Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie	1 Patienten	0,5%
Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie	1 Patienten	0,5%

- ✓ Eine NR bzw. Progress nach erfolgter Strahlentherapie, konnte bei 9,5 % der Patienten belegt werden.

6. DISKUSSION

Die Strahlentherapie gutartiger Gelenkerkrankung wird meist nach Versagen oder inkomplettem Ansprechen auf verschiedene konservative Therapien eingesetzt. Sie ist eine sehr wirksame, risikoarme, nicht belastende und kostengünstige Behandlungsmethode.

Die Veröffentlichung der DEGRO S2-Leitlinien, die aktuellen Erkenntnisse über strahlenbiologische Aspekte sowie die unterschiedlichen klinikinternen Therapiekonzepte waren ausschlaggebend, ein neues Konzept zu etablieren und zu optimieren, in dem folgende Kriterien einen Platz finden:

- eine einheitlich geringe Einzeldosis,
- eine reduzierte Gesamtdosis,
- die konformale Strahlentherapie - zur Eingrenzung der Bestrahlungsfelder, um die Strahlenexposition zu reduzieren,
- die Benennung des optimalen Zeitpunktes der Nachuntersuchung, um die Ergebnisse zu beurteilen und gegebenenfalls erneut zu bestrahlen

Anhand der Ergebnisse des beigefügten Fragebogens erfolgte die Auswertung. Die Befragung erfasste die Beschwerden, Behandlungen vor und nach der Therapie, Bestrahlungsregionen, Geschlecht und Altersgruppen. Die Beschwerdeerfassung wurde anhand des von Pannewitz gewählten Drei-Stufen-Schemas der subjektiven Schmerzempfindung und Beeinträchtigung des Alltages durch den Patienten aufgeschlüsselt. Jeweils in Ruhe und Belastung, direkt nach der Therapie, 6 Wochen, 3 Monate und 6 Monate nach Therapieende. Auf eine Schmerzskala wurde verzichtet, da sich in der Vorlaufprobe zeigte, dass die Einschätzung für die meisten Patienten sehr schwer war. So stuften einige Befragte die Schmerzen höher ein als vor der Therapie, gaben aber gleichzeitig eine deutliche Besserung an.

In der Literatur haben mehrere Autoren versucht, statistisch signifikante prognostische Aussage zu treffen - mit unterschiedlichem Erfolg. In der vorliegenden Untersuchung konnten in Bezug auf Vorbehandlungen, Symptome und Patientencharakter keine signifikanten Ergebnisse ermittelt werden. Allerdings wurden deutliche Unterschiede bei den Behandlungserfolgen in Bezug auf die Geschlechtsverteilung erkannt - eine signifikante Beschwerdeverbesserung zugunsten des männlichen Geschlechts ($P=0,007$).

Zudem haben die Großgelenke besser auf die Therapie angesprochen als die bestrahlten Kleingelenke. Insgesamt zeigten alle behandelten Gelenke eine positive Ansprechrate, von 89%, auf die Strahlentherapie.

Die Remissionsrate in Ruhe hatte tendenziell ein besseres Ergebnis als bei Belastung, dies zeigte sich aber statistisch nicht signifikant.

Die Auswertung der Ergebnisse der Einzelgelenke ist dargestellt in der Tabelle 24. Hier zeigt sich, bei der partiellen Remission, ein prozentualer Gesamtwert von über 100%. Dies ist zu begründen mit Mehrfachnennungen bezüglich der Schmerz-, und Bewegungsfreiheit. Einige Patienten erfuhren erst eine Beschwerdebesserung, im weiteren Verlauf dann eine komplette Beschwerdefreiheit oder sogar völlige Schmerzf়reiheit. Daher sind die Angaben zur partiellen Remission trotz Mehrfachnennung teilweise auswertbar, müssen jedoch statistisch anders gerechnet werden und zwar wie folgt: $PR = 100\% - (CR + NR \text{ in}\%)$. Da die Angaben über die komplette Remission oder fehlendes Ansprechen auf die Therapie eindeutig sind.

Anhand der Ergebnisse kann eine Kontrolluntersuchung nach drei Monaten empfohlen werden, da die Daten zeigen, dass 22,3% des gesamten Patientenkollektives von einer Wartezeit länger als 6-8 Wochen profitiert haben. Nach statistischer Aussage ist bei einer Bestrahlung in einem anderen Patientenkollektiv eine Beschwerdefreiheit nach drei Monaten von min. 19,7% (worst case) und max. 28,8% (best case) zu erwarten. Nach sechs Monaten haben 5,3% der Probanden eine Schmerzf়reiheit in Ruhe und 5,5% eine Schmerzf়reiheit bei Belastung, eine Linderung der Beschwerden in Ruhe haben 5,3% der Patienten und 8% haben eine Linderung der Symptome unter Belastung angegeben.

Es ist daher zu empfehlen, dass mindestens drei Monate nach Therapieende der geeignete Zeitpunkt für die Indikationsstellung einer weiteren Therapieserie ist.

Die Nachuntersuchung und eine systematische Beurteilung der Therapie nach sechs Monaten oder noch später sind sinnvoll, um den Strahlentherapieerfolg zu dokumentieren.

Eine Einzeldosis von 0,5 Gy ist ausreichend, wie in dieser Studie und einigen anderen Arbeiten gezeigt wurde. Mehrere experimentelle Untersuchungen, wie die von Hildebrandt (Hildebrandt et al. 1998), Liebmann (Liebmann et al. 2004), Rodel (Rödel et al. 2002) (Rodel et al. 2012) haben festgestellt und beschrieben, dass die meisten antiinflammatorische Mechanismen bei einer Einzeldosis von 0,5 Gy (0,3-0,7 Gy) in Gang gesetzt werden.

Nach Auswertung der vorliegenden Studie und folgender Literaturrecherche ist eine Reduktion der Gesamtdosis dringend zu empfehlen, da die Ergebnisse zeigen, dass mit einer Gesamtdosis von 4 Gy sehr gute Behandlungsergebnisse erreicht wurden. Größtenteils

bessere Erfolge als Bestrahlungen mit höheren Gesamtdosen. Zudem ist davon auszugehen, dass auch 3 Gy (Gesamtdosis) ausreichend sind, was mit den Ergebnissen von Ott et al. von 2014 und 2015 einhergehen (Ott et al. 2014b, Ott et al. 2014c, Ott et al. 2015a, Ott et al. 2014a, Ott et al. 2015b). Da die Entscheidung zur Rekrutierung vor dieser Veröffentlichung erfolgte, konnten diese Überlegungen bezüglich der Gesamtdosis nicht in die vorliegende Studie mit einfließen.

In einer potentiellen multizentrischen Studie empfiehlt sich eine Reduktion der Einzel,- und Gesamtdosis mit einem einheitlichen Fragebogen, einem modifizierten orthopädischen Untersuchungsbogen zur Erfassung der Beweglichkeit und sonstiger Einschränkung unter Nutzung der modifizierten Schmerzscala von von Pannewitz nach Seegenschmidt et al. 1997.

Es empfiehlt sich eine genaue Definition des Zielgebietes mit Anleitung zur Konturierung. Die verstärkte Abdeckung der Bestrahlungsfelder ergab keinen Nachteil für die Patienten, dass Risiko für die Induktion eines Malignoms konnte so jedoch reduziert werden.

Jansen errechnete ein Malignomrisiko bei der Bestrahlung mit einer Gesamtdosis von 6 Gy bei einen 50 Jährigen Patienten im Schultergelenk von 0,4/ 0,5 (Männer/ Frauen) pro 1000, im Kniegelenk von 0,07 pro 1000 und im Fersenbereich von 0,2/ 0,3 (Männer/ Frauen) pro 1000 (Jansen et al. 2005).

6.1 PATIENTENERGEBNISSE MIT PERIARTHRITIS HUMEROSCAPULARIS

Folgende Tabelle 33 stellt eine Literatursauswahl der letzten Jahre, im Vergleich zu den Patientenergebnissen der eigenen Studie dar.

Autor und Jahr	N	ED	GD	NBZ in Wo	CR in %	PR in %	NR in %
(Sautter-Bihl et al. 1993)	30	1 Gy	6 Gy	6	47	34	20
(Keilholz et al. 1998)	27	1 Gy	2x6 Gy	24	24	41	35
(Zwicker et al. 1998)	77	1 Gy	6-12 Gy	24	34	54	12
(Seegenschmiedt und Keilholz 1998)	89	1 Gy	12 Gy	192	49	32	19
(Ruppert et al. 2004)	31	0,5 Gy	2x3 Gy	192	13	51	36
(Niewald et al. 2007)	141	1 Gy	6 Gy	18	19	50	31
(Adamietz et al. 2008)	115	6x0,5 Gy	2x3 Gy	18	55	27	9+9
(Ott et al. 2012b)	159LD	0,5 Gy	2x3 Gy	6	14	65	21
	153HD	1 Gy	2x6 Gy		15	74	11
(Ott et al. 2014c)	159LD	0,5 Gy	2x3 Gy	140	28	53	19
	153HD	1 Gy	2x6 Gy		20	64	16
Eigene Ergebnisse							
Beschwerden in Ruhe	67	0,5 Gy	4 Gy	24	73,34	16,66	10
Beschwerden bei Belastung	67	0,5 Gy	4 Gy	24	58,34	31,66	10

Tabelle 33: Literaturübersicht zur Bestrahlung von Schultergelenken (N= Gelenkzahl, ED= Einzeldosis, GD= Gesamtdosis, NBZ= Nachbeobachtungszeit, CR= Komplette Remission, PR= Partielle Remission, NR= Fehlendes Ansprechen, LD= Niedrige Dosis, HD= Höhere Dosis)

In dieser Arbeit haben die bestrahlten Schultergelenke eine Ansprechrate von 90%. Es gab eine Verschiebung der Patientenzahl bei der kompletten Remission der Beschwerden in Ruhe zugunsten der partiellen Remission der Beschwerden unter Belastung. Die Ergebnisse zeigen bessere Erfolge als die in der ausgewerteten Literatur, trotz kleinerer Gesamtdosis. Der Grund liegt in der Berücksichtigung der Literaturempfehlung und ausschließlich behandelte

Omarthrosen. Bei der Subgruppenanalyse der Literaturergebnisse zeigen sich ähnliche Resultate wie in der eigenen Untersuchung.

In der Studie von Adamietz (Adamietz et al. 2008) wurden bei 94 Patienten 115 Gelenke in zwei Serien in einen Abstand von sechs Wochen, mit einer Einzeldosis von 0,5 Gy - 2-3-mal pro Woche, bestrahlt. Es zeigte sich ein Ansprechen auf die Therapie von 82% bei Primär- und Sekundär Impingement Syndrom der Patienten. Ein Einfluss der Strahlentherapie auf die Rotatorenmanschettenruptur und akute Verletzungen konnte nicht nachgewiesen werden. Das positive Ansprechen auf die Therapie nach sechs Wochen lag bei 69%. Die Autoren empfehlen eine weitestgehende Verkleinerung des Bestrahlungsfeldes, um das Malignomrisiko zu minimieren.

Bei Zwicker (Zwicker et al. 1998) ergaben sich die Ergebnisse der Strahlentherapie ähnlich derer von Adamietz und es wurden ähnliche Empfehlungen zur Indikationsstellung beschrieben.

Ott (Ott et al. 2012b) hat 312 Patienten in zwei Vergleichsgruppen (Arme) behandelt und zwar mit 6x0,5 Gy in der LD-Gruppe und 6x1 Gy in der HD-Gruppe. 90% bzw. 91% der Patienten haben eine zweite Bestrahlungsserie erhalten – sechs Wochen nach der ersten Bestrahlungsreihe. Die positive Ansprechrage, sechs Wochen nach Therapieende, betrug 85%. Bei der VAS zeigt die HD-Gruppe einen geringen Vorteil gegenüber der LD-Gruppe, eine statistische Signifikanz blieb jedoch aus.

Ott (Ott et al. 2014c) zeigt Langzeitergebnisse nach einer erneuten Befragung der Patienten 35 Monate nach Therapieende und konnte einen leichten Gewinn der VAS-Werte und keine Verschlechterung in beiden Gruppen ausweisen.

Damit konnten die Autoren beweisen, dass eine Einzeldosis von 0,5 Gy genauso effektiv ist, wie eine Einzeldosis von 1 Gy bei der Bestrahlung von Schultergelenken.

6.2 PATIENTENERGEBNISSE MIT EPICONDYLOPATHIE HUMERI

Folgende Tabelle 34 stellt eine Literatursauswahl der letzten Jahre, im Vergleich zu den Patientenergebnissen der eigenen Studie, dar.

Autor und Jahr	N	ED	GD	NBZ in Wo.	CR in %	PR in %	NR in %
(Kammerer et al. 1990)	299	1 Gy	4 Gy	6	16	57	27
(Sautter-Bihl et al. 1993)	11	1 Gy	6 Gy	6	82	9	9
(Heyd et al. 1997)	45	1 Gy	6 Gy	7	34	53	13
(Seegenschmiedt et al. 1997)	93	1 Gy	2x6 Gy	192	54	37	9
(Seegenschmiedt und Keilholz 1998)	93	0,5 Gy	2x6 Gy	192	54	37	9
(Ruppert et al. 2004)	17	0,5 Gy	2x3 Gy	192	24	41	35
(Ott et al. 2012a)	103LD	0,5 Gy	2x3 Gy	6	17	69	14
	96HD	1 Gy	2x6 Gy		20	77	3
(Ott et al. 2014b)	46LD	0,5 Gy	2x3 Gy	140	59	39	2
	52HD	1 Gy	2x6 Gy		44	46	10
Eigene Ergebnisse							
Beschwerden in Ruhe	106	0,5 Gy	4 Gy	24	64,29	26,51	9,2
Beschwerden bei Belastung	106	0,5 Gy	4 Gy	24	46,94	43,86	9,2

Tabelle 34: Literaturübersicht zur Bestrahlung von Ellenbögen (N= Fallzahl, ED= Einzeldosis, GD= Gesamtdosis, NBZ= Nachbeobachtungszeit, CR= Komplette Remission, PR= Partielle Remission, NR= fehlendes Ansprechen, LD= Niedrige Dosis, HD= Höhere Dosis)

Die positive Ansprechrate der 106 bestrahlten Ellenbogengelenke in der Studie liegt bei 90,8%. Die komplette Remission der Beschwerden in Ruhe bei 64,29% und die komplette Remission der Beschwerden unter Belastung ist 46,94% - mit einer niedrigen Gesamtdosis von 4Gy.

Ott (Ott et al. 2012a) führte eine Studie mit 199 Patienten durch, zwei Vergleichsgruppen (LD, HD – Arme) mit je 0,5 Gy und 1 Gy bis zu einer Gesamtdosis von 3Gy bzw. 6Gy. In

dieser Studie erhielten 89% aller Patienten eine zweite Bestrahlung nach sechs Wochen. Das positive Ansprechen auf die Behandlung nach dem Bestrahlungsende lag bei 80% und nach sechs Wochen bei 91%. Die Schmerzerfassung erfolgte analog der VAS-Scala und durch eine modifizierte Schmerzscala von von Pannewitz nach Seegenschmidt et al. 1997. An dieser Stelle war kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden unterschiedlich bestrahlten Armen zu verzeichnen.

Ott (Ott et al. 2014b) veröffentlichte eine erneute Befragung der Patienten von 2012, um die Langzeitergebnisse zu erfassen und stellten eine Verbesserung der Ergebnisse fest. 12% der Befragten der LD-Gruppe und 6% der befragten HD-Gruppe hatten eine erneute Bestrahlung in der Nachbeobachtungszeit. Die Gesamtdosis lag im Durchschnitt bei 12 Gy und bestätigt die Meinung, dass die Wirkung Monate oder Jahre nach Ende der Strahlentherapie eintreten kann. Die Standard Einzeldosis soll 0,5 Gy betragen, bei gleichwertigem Effekt zu der Dosis von 1 Gy, um das potentielle Risiko der Strahlen zu reduzieren.

Interessant ist die Antwort auf die Frage, ob die Patienten eine Strahlentherapie empfehlen würden. Hier haben 93% die Patienten der LD-Gruppe mit „Ja und Wahrscheinlich empfehlen“ geantwortet und bei der HD-Gruppe waren es 82% der Befragten. Dies wiederum zeigt eine gute Akzeptanz der Therapie bei den Patienten.

6.3 PATIENTENERGEBNISSE BESTRAHLTER HAND- UND FINGERGELENKE

Die folgende Tabelle 35 stellt eine Literatúrauswahl der letzten Jahre, im Vergleich zu den Patientenergebnissen der eigenen Studie dar.

Autor und Jahr	N	ED	GD	NBZ in Wo.	CR in %	PR in %	NR in %
(Keilholz et al. 1998)	20	1 Gy	2x6 Gy	24	25	25	50
(Ruppert et al. 2004)	19	0,5 Gy	2x3 Gy	192	26	27	47
(Kaltenborn et al. 2016)	48	1 Gy	6 Gy	12	13,8	49,2	37
	27	1 Gy	2x6 Gy	48	25,9	44,4	29,7
Eigene Ergebnisse							
Beschwerden in Ruhe	105	0,5 Gy	4 Gy	24	50,75	35,82	13,43
Beschwerden bei Belastung	105	0,5 Gy	4 Gy	24	31,34	55,23	13,43

Tabelle 35: Literaturübersicht zur Bestrahlung von Finger- und Handgelenken (N= Fallzahl, ED= Einzeldosis, GD= Gesamtdosis, NBZ= Nachbeobachtungszeit, CR= Komplette Remission, PR= Partielle Remission, NR= fehlendes Ansprechen)

Betrachtet man die demografische Entwicklung in Deutschland, ist eine Zunahme der älteren Bevölkerung zu vernehmen. Dadurch wird sich eine Zunahme der Patientenzahlen mit degenerativen Gelenkerkrankungen ergeben. Fingergelenke, Handgelenke und Daumensattelgelenke sind ebenso betroffen und die meisten Patienten kommen zur Therapie mit sichtbaren Gelenkverdickungen, Destruktionen und Achsenverschiebungen. Patienten klagen über Schmerzen bei jeder Handbewegung. Die Hände sind ständig und tagtäglich im Gebrauch, was eine enorme Einschränkung für die Patienten darstellt. Deshalb wird dies häufig als eine Minderung der Lebensqualität empfunden.

Überraschender Weise gibt es wenige Veröffentlichungen zu diesen Gelenken. Eine Strahlentherapie kann hier in erster Linie im Sinne einer Schmerzlinderung erfolgreich sein, da die Veränderungen schon vorgeschritten sind. Das zeigt sich in der hohen PR Rate in der hier vorliegenden Studie, ebenso in der Literatur. Die Responsrate dieser Studie beträgt 86,6% - die partielle Remission beträgt 55,2% bei Belastung, was eine Verbesserung der Lebensqualität der Patienten bedeutet.

Kaltenborn (Kaltenborn et al. 2016) bestrahlte 101 Gelenke und befragte die Patienten nach 3 Monaten. Auswertbare Antworten gaben 48 Patienten. Es konnte ein statistisch signifikanter Unterschied zugunsten der Bestrahlungsfelder mit einer Feldgröße von 6x4 cm, festgestellt werden. Eine zweite Bestrahlungsserie wurde nach 5 Monaten appliziert - bei 18% der Patienten mit dem kleinen Bestrahlungsfeld und bei 9% der Patienten mit dem großen Bestrahlungsfeld. Ein Jahr nach Bestrahlungsende erfolgte eine erneute Befragung. Zu diesem Zeitpunkt haben 27 Patienten geantwortet. Die Auswertung offenbart ein besseres Ansprechen auf die Therapie, da die NR gesunken ist.

6.4 PATIENTENERGEBNISSE MIT COXARTHROSE, ENTHESIOPATHIE UND BURSTITIS

Die folgende Tabelle 36 stellt eine Literatúrauswahl der letzten Jahre, im Vergleich zu den Patientenergebnissen der eigenen Studie dar.

Autor und Jahr	N	ED	GD	NBZ in Wo	CR in %	PR in %	NR in %
(Keilholz et al. 1998)	7	1 Gy	2x6 Gy	24	14	58	14
(Ruppert et al. 2004)	6	0,5 Gy	2x3 Gy	192	17	66	17
(Kaltenborn et al. 2017)	29LD	0,5 Gy	3 Gy	12	37	33	30
	45HD	1 Gy	6 Gy				
	47	k.A.	k.A.	72	21	51	28
(Valduvieto et al. 2017)	60	1 Gy	10 Gy	16	23	55	22
Eigene Ergebnisse							
Beschwerden in Ruhe	62	0,5 Gy	4 Gy	24	62,26	24,53	13,21
Beschwerden bei Belastung	62	0,5 Gy	4 Gy	24	54,72	32,07	13,21

Tabelle 36: Literaturübersicht zur Bestrahlung von Hüftgelenken (N= Fallzahl, ED= Einzeldosis, GD= Gesamtdosis, NBZ= Nachbeobachtungszeit, k.A.= keine Angaben, CR= Komplette Remission, PR= Partielle Remission, NR= fehlendes Ansprechen, LD= Niedrige Dosis, HD= Höhere Dosis)

54,7% der Patienten dieser Studie waren sechs Monate nach Strahlentherapie beschwerdefrei bei Belastung, die Ansprechrates beträgt 86,8% und in den wenigen Literaturstellen ergibt sich ein positives Ergebnis von 72%-86%.

In dieser Studie wurden die Patienten über Gegenfelder oder über ein Lateralfeld (Feldgröße entsprechend der Schmerzausstrahlung festgelegt) bestrahlt, während die Tiefe auf 2-3 cm bei einer Enthesiopathie festgelegt wurde.

Kaltenborn (Kaltenborn et al. 2017) hat Patienten mit zwei unterschiedlichen Einzeldosen bestrahlt. Der Schwerpunkt der Studie lag auf der Definition der Zielvolumina. Es wurde festgestellt, dass das Erfassen des Femurhalses bessere Ergebnisse beim Ansprechen auf die Strahlentherapie zeigte. Eine zweite Bestrahlungsserie erfolgte bei 35% der Patienten nach sechs Monaten, bei noch bestehender Schmerzsymptomatik. An dieser Stelle zeigten 12% der Probanden einen CR, 61% eine PR und 27% der Patienten hatten keine Ansprache. Es konnte keine statistische Relevanz zur PTV, Gesamtdosis und Feldordnung festgestellt werden. Die Subgruppenanalyse stellte dar, dass Patienten mit Nachtschmerz ein 3,5-fach höheres Ansprechen auf die Strahlentherapie zeigten, als andere Befragte.

Valduvieto (Valduvieto et al. 2017) berichtete über ein Patientenkollektiv von 60 Patienten, die 10 Bestrahlungen zu je 1 Gy täglich (5x/Wo.) erhielten. 28% der Befragten (17 Patienten)

erhielten eine zweite Bestrahlungsserie nach sechs Monaten mit 10x0,3 Gy, fünfmal pro Woche. Weiterhin wurde über Erfolge der Strahlentherapie berichtet, nicht nur 4 Monate nach der Bestrahlung, sondern auch längere Zeit nach Therapieende.

Die Autoren nutzten Ergebnisse der Studie von Sheybani (Sheybani et al. 2014). 2749 Patienten die wegen Ossifikationsprophylaxe im Hüftbereich bestrahlt und 12 Jahre nach Therapie befragt/ untersucht wurden. Die Probanden zeigten keine Malignome im Bereich der Bestrahlungsfelder. Leer (Leer et al. 2007) stellten fest, dass ein carcinogenes Risiko nach Strahlentherapie als sehr hoch eingeschätzt und überschätzt wird.

6.5 PATIENTENERGEBNISSE MIT GONARTHROSE

Die folgende Tabelle 37 stellt eine Literatursauswahl – zum Teil mit großen Patientenzahlen - der letzten Jahre, im Vergleich zu den Patientenergebnissen der eigenen Studie dar.

Autor und Jahr	N	ED	GD	NBZ in Wo	CR in %	PR in %	NR in %
(Sautter-Bihl et al. 1993)	21	1 Gy	6 Gy	6	38	34	29
(Keilholz et al. 1998)	49	1 Gy	2x6 Gy	24	13	51	36
(Ruppert et al. 2004)	31	0,5 Gy	2x3 Gy	192	13	51	36
(Mucke et al. 2010)	5069	0,25-3 Gy	3-12 Gy	k.A.	27,8	51,7	20,5
(Keller et al. 2013)	1037	0,5-1 Gy	4-6 Gy	48	8,1	70,1	21,80
Eigene Ergebnisse							
Beschwerden in Ruhe	126	0,5 Gy	4 Gy	24	62,11	29,47	8,42
Beschwerden bei Belastung	126	0,5 Gy	4 Gy	24	35,79	55,79	8,42

Tabelle 37: Literaturübersicht zur Bestrahlung von Kniegelenken (N= Fallzahl, ED= Einzeldosis, GD= Gesamtdosis, NBZ= Nachbeobachtungzeit, k.A.= keine Angaben, CR= Komplette Remission, PR= Partielle Remission, NR= fehlendes Ansprechen)

Die positive Ansprechrates der 126 bestrahlten Kniegelenke dieser Studie beträgt 91,6%. Die komplette Remission der Beschwerden in Ruhe lag bei 62,1% und die komplette Remission der Beschwerden unter Belastung ergab 35,79%. Die eigenen Ergebnisse stellen im Literaturvergleich ein positiveres Ergebnis dar, trotz der geringeren Gesamtdosis von 4 Gy.

Es kann angenommen werden, dass orthopädischen Kollegen die Patienten nach Versagen der konservativen Therapien zeitig zur Strahlentherapie überweisen und die Patienten somit keiner langen Schmerzanamnese von mehreren Jahren ausgesetzt sind.

Ruppert (Ruppert et al. 2004) berichtete von über 103 Patienten, 43% mit Gonarthrose, 26% mit Rhizarthrose, 8% Coxarthrose und 23% mit Omarthrose die behandelt worden. Alle Patienten erhielten zwei Bestrahlungsserien in einem Abstand von sechs Wochen und jede Serie mit sechs Fraktionen zu je 0,5 Gy, ergibt eine Gesamtdosis von 6 Gy. Die Auswertung erfolgte vier Jahre nach Therapieende. Die Autoren stellten fest, dass die Großgelenke besser auf die Bestrahlung angesprochen haben als die Kleinelenke. Die Ansprechrate des Gesamtkollektives beträgt 63%, bei der Rhizarthrose lediglich 53% und bei der Coxarthrose lag die Ansprechrate bei 64%. Zudem konnte festgestellt werden, dass die angewendeten orthopädischen Scores eine gute Korrelation zur subjektiven Einschätzung der Patienten zeigten.

Mücke (Mücke et al. 2010) führte eine multizentrische Studie durch. Mit einem Standardfragebogen für Kliniken der Strahlentherapie in Deutschland konnten 5069 Patientenangaben erfasst und ausgewertet werden. Dabei zeigte sich ein Unterschied bei der Verwendung der Einzeldosen von 0,25-3 Gy und der Gesamtdosen von 3-12 Gy. Bei 30% aller Patienten wurde eine zweite Bestrahlungsserie appliziert.

Die Auswertung erfolgte nach dem Score von von Pannewitz, die Ansprechrate betrug 79,5%. Keller (Keller et al. 2013) bewertete die Ergebnisse von 1037 Patienten. Sie wurden mit unterschiedlichen ED von 0,5-1 Gy und einer GD von 4-10 Gy behandelt. 69,2% der Probanden waren älter als 60 Jahre. 22,9% der Patienten erhielt eine zweite Bestrahlungsserie, 8,1% erhielt eine dritte Serie und 5,2% mehr als drei Serien. Man stellte fest, dass die meisten Bestrahlten nach 2 Monaten ein Ansprechen auf die Therapie zeigten. Bei einigen Patienten brauchten es bis zu 12 Monate. Einen statistischen Unterschied konnte man bei der Geschlechtsverteilung feststellen, die ungleichen Einzeldosen fielen nicht ins Gewicht und waren somit nicht statistisch relevant.

6.6 PATIENTENERGEBNISSE MIT METATARSALGIE, ACHILLODYNIE UND FASCIITIS PLANTARIS

Die folgende Tabelle 38 stellt eine Literatúrauswahl der letzten Jahre, im Vergleich zu den Patientenergebnissen der eigenen Studie dar.

Autor und Jahr	N	ED	GD	NBZ in Wo.	CR in %	PR in %	NR in %
(Sautter-Bihl et al. 1993)	15	1 Gy	6 Gy	6	60	14	27
(Seegenschmiedt et al. 1996)	98LD 72HD	0,3-0,5 Gy 1 Gy	3-5 Gy 2x6G y	6	71 67	24 33	5 0
(Mucke et al. 2003)	100	0,5 Gy	5 Gy	80	75	15	10
(Schneider et al. 2004)	68	0,25-1 Gy	5 Gy	160	52,9	36,8	10,3
(Micke und Seegenschmiedt 2004)	7947			k.A.	70CR +PR	70CR +PR	15
(Heyd et al. 2007)	65LD 65HD	0,5 Gy 1 Gy	3 Gy 6 Gy	24	53,8 47,7	27,7 38,5	18,5 13,8
(Ott et al. 2014a)	137L D 163H D	0,5 Gy 1 Gy	2x3G y 2x6G y	128	53 46	42 50	5 4
(Badakhshi und Buadch 2014)	171	0,5Gy	3 Gy	12	67,3	17,5	9,4
(Canyilmaz et al. 2015)	60	1 Gy	6 Gy	13	38,3	46,6	13,3+ 1,7
(Ott et al. 2015a)	35LD 27HD	0,5 Gy 1 Gy	2x3G y 2x6G y	96	48 41	46 55	6 4
Eigene Ergebnisse							
Beschwerden in Ruhe	240	0,5 Gy	4 Gy	24	61,5	29	9,5
Beschwerden bei Belastung	240	0,5 Gy	4 Gy	24	47,5	43	9,5

Tabelle 38: Literaturübersicht zur Bestrahlung von Fußgelenken und Fersen (N= Fallzahl, ED= Einzeldosis, GD= Gesamtdosis, NBZ= Nachbeobachtungszeit, k.A.= keine Angaben, CR= Komplette Remission, PR= Partielle Remission, NR= fehlendes Ansprechen, LD= Niedrige Dosis, HD= Höhere Dosis)

Verglichen mit der Literatur, liegen die eigenen Studienergebnisse im gleichen Rahmen. Die positive Ansprechrates beträgt 90,5% auf die Strahlentherapie. Trotz des verkleinerten Feldes und der geringeren Gesamtdosis, war kein Nachteil feststellbar.

Ott (Ott et al. 2014a) berichtete über 300 Patienten die in zwei Gruppen, mit einer Einzeldosis von 6x0,5 Gy respektive mit 6x1 Gy bestrahlt wurden. Eine notwendige zweite Bestrahlungsserie erfolgte nach sechs Wochen. Bei der Nachbeobachtungszeit von 32 Monaten konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen festgestellt werden. Im Gegenteil dazu hat Seegenschmidt (Seegenschmidt et al. 1996) einen statistisch signifikanten Unterschied bei der partiellen Remission zugunsten der HD-Gruppe und zu Ungunsten der Patienten mit einer Gesamtdosis von 3 Gy nachgewiesen. Da die LD-Gruppe ein schlechteres Ergebnis aufwies, favorisierten die Autoren eine Gesamtdosis von 5-12 Gy.

Ott (Ott et al. 2015a) konnte bei einer erneuten Befragung der Patienten keinen Unterschied zwischen beiden Gruppen feststellen.

Badakhshi (Badakhshi und Buadch 2014) bewertete die Wirkung der Strahlentherapie bei 171 Patienten, die zweimal pro Woche bestrahlt worden, mit einer Einzeldosis von 0,5 Gy und einer Gesamtdosis von 3 Gy. Es wurde über eine zweite Bestrahlungsserie bei 17% der Patienten berichtet, diese erfolgte nach drei Monaten. Die Strahlentherapie brachte bessere Ergebnisse bezüglich der Schmerzen als das Ansprechen auf die Mobilität. Diese Resultate konnten in der eigenen Studie bestätigt werden.

Heyd (Heyd et al. 2007) schilderte sechs Monate nach Therapieende, dass es keinen statistischen Unterschied zu den Ergebnissen, der mit unterschiedlichen Dosen bestrahlten Gruppen gibt. 31% der Patienten erhielten eine zweite Bestrahlungsserie, hier waren es 18% aus der HD-Gruppe und 13% aus der LD-Gruppe.

7. FAZIT UND AUSBLICK

Trotz der schwierigen Vergleichbarkeit (uneinheitliche Gesamtdosen und verschiedene Bewertungskriterien) der dargestellten Literatur mit den eigenen Untersuchungsergebnissen, zeigen sich die Behandlungserfolge analog. Alle Daten weisen ein positives Ansprechen auf die Strahlentherapie auf, natürlich abhängig von den jeweils bestrahlten Gelenken - von 50% bis zu 90% - bezogen auf die Schmerzen und die Belastbarkeit im alltäglichen Leben.

Die Reduktion der Gesamtdosis auf 4 Gy und die Feldverkleinerung unter sorgfältiger Indikationsstellung und die durchgeführte Strahlentherapie zeigten durchgehend einen positiven Effekt für die Patienten. „Allein die Dosis macht, dass ein Ding kein Gift ist.“ Paracelsus (1493-1541) zeigt sich als durchgehend bewiesen.

Es ist zu überlegen, eine genaue Definition des Zielgebietes mit Anleitung zur Konturierung zu beschreiben, die Einzeldosis sowie die Gesamtdosis zu vermindern, um die Strahlenexposition und die Gonadenbelastung sowie das Spätrisiko der ionisierenden Strahlen zu reduzieren.

Ferner empfiehlt sich die Indikation zu einer erneuten Bestrahlungsserie nicht vor drei Monaten zu stellen. Eine systemische Nachuntersuchung sollte nicht vor sechs Monaten durchgeführt werden, um den Therapieerfolg zu dokumentieren. Die Erarbeitung eines einheitlichen überregionalen Bogens zur Erfassung der Symptome & der Bewegungseinschränkung, sowie ein einheitliches Auswertungsschema sollten folgend entwickelt werden, um die Daten der unterschiedlichen Kliniken und Praxen valide vergleichen zu können. Die bessere Aussagefähigkeit gegenüber anderen konservativen und operativen Behandlungsformen wird somit erhöht.

Zukunftsorientiert wird ein Interviewleitfaden zur Befragung der Patienten entwickelt, um die Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten. Dieser muss genaue Informationen zur Beweglichkeit, den Schmerzen, der Dauer der Erkrankung und evtl. Vorbehandlungen abfragen. Nur so kann eine einheitliche Verarbeitung der erhobenen Daten realisiert werden.

Im Rahmen der durchgeführten Studie, zeigten sich bei chirurgischen und orthopädischen Kollegen Vorurteile und Fehlinformationen bezüglich der Strahlentherapie. Diese können und müssen, im Sinne der Patienten, mit Weiterbildungen und/oder Informationsveranstaltungen aus dem Weg geräumt werden. Denn die Ergebnisse zeigen deutlich, dass die Bestrahlung gutartiger Gelenkerkrankungen eine schnelle Hilfe für die Patienten darstellt - Schmerzen lindert und Bewegungsverbesserungen verspricht. Eine engere Zusammenarbeit im Sinne der

Patienten und eine Verbesserung der allgemeinen Lebensqualität können somit vereinfacht werden.

Langfristig sollten Patientenbefragungen und Untersuchungen im 3-5-10-15-20 jährigen Rhythmus erfolgen, um durch eine Langzeitstudie die genaue Wirkung der Bestrahlung zu sichern und vor allem konkrete Aussagen bezüglich des Malignomrisikos treffen zu können. Ein weiteres wichtiges Kriterium wäre eine Kostengegenüberstellung von Strahlentherapien versus konservative Behandlungsmethoden bei gutartigen Gelenkerkrankungen.

8. LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS

- Adamietz B, Sauer R, Keilholz L. 2008. [Radiotherapy for shoulder impingement]. *Strahlenther Onkol*, 184 (5):245-250.
- Altman RD. 1987. Criteria for the classification of osteoarthritis of the knee and hip. *Scand J Rheumatol Suppl*, 65:31-39.
- Arenas M, Sabater S, Hernandez V, Rovirosa A, Lara PC, Biete A, Panes J. 2012. Anti-inflammatory effects of low-dose radiotherapy. Indications, dose, and radiobiological mechanisms involved. *Strahlenther Onkol*, 188 (11):975-981.
- Badakhshi H, Buadch V. 2014. Low dose radiotherapy for plantar fasciitis. Treatment outcome of 171 patients. *Foot (Edinb)*, 24 (4):172-175.
- Brown WM, Abbatt JD. 1955. The incidence of leukaemia in ankylosing spondylitis treated with x-rays; a preliminary report. *Lancet*, 268 (6878):1283-1285.
- Bundesamt S. 28.02.2007. In Reha-Einrichtungen wurden 2005 am häufigsten Arthrosen behandelt. *Pressemitteilung*:1.
- Bundesamt S. 2013. *Arthrose-Gesundheitsberichterstattung des Bundes*.
- Canyilmaz E, Canyilmaz F, Aynaci O, Colak F, Serdar L, Uslu GH, Aynaci O, Yoney A. 2015. Prospective Randomized Comparison of the Effectiveness of Radiation Therapy and Local Steroid Injection for the Treatment of Plantar Fasciitis. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 92 (3):659-666.
- DEGRO AG S2-Leitlinien G. 14.11.2013. Radiotherapie gutartiger Erkrankungen. DEGRO AG LEITLINIEN IN DER STRAHLENTHERAPIE.
- Dertinger H, Jung H. 1969. *Molekulare Strahlenbiologie*. Springer: Springer.
- Erlacher, L., et, al. 2001. *Degenerative Gelenkerkrankungen Praktische Rheumatologie*. Springer-Verlag.
- Felson DT, Nevitt MC. 2004. Epidemiologic studies for osteoarthritis: new versus conventional study design approaches. *Rheum Dis Clin North Am*, 30 (4):783-797, vii.
- Felson DT, Zhang Y, Anthony JM, Naimark A, Anderson JJ. 1992. Weight loss reduces the risk for symptomatic knee osteoarthritis in women. The Framingham Study. *Ann Intern Med*, 116 (7):535-539.
- Felson DT, Goggins J, Niu J, Zhang Y, Hunter DJ. 2004. The effect of body weight on progression of knee osteoarthritis is dependent on alignment. *Arthritis Rheum*, 50 (12):3904-3909.
- Goldring MB, Goldring SR. 2007. Osteoarthritis. *J Cell Physiol*, 213 (3):626-634.

- Hackenberg L, Schafer U, Micke O, Liljenqvist U. 2001. [Radiotherapy for pain in chronic, degenerative low back pain syndrome--results of a prospective randomized study]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 139 (4):294-297.
- Hackenbroch, MH. 2002. *Arthrosen Basiswissen zu Klinik, Diagnostik und Therapie*. Thieme Verlag.
- Herold. 2007 *Innere Medizin*
- Heyd R, Schopohl B, Kirchner J, Strassmann G, Bottcher HD. 1997. [Radiotherapy of epicondylopathy of the humerus]. *Dtsch Med Wochenschr*, 122 (9):247-252.
- Heyd R, Tselis N, Ackermann H, Roddiger SJ, Zamboglou N. 2007. Radiation therapy for painful heel spurs: results of a prospective randomized study. *Strahlenther Onkol*, 183 (1):3-9.
- Hildebrandt G, Seed MP, Freemantle CN, Alam CA, Colville-Nash PR, Trott KR. 1998. Effects of low dose ionizing radiation on murine chronic granulomatous tissue. *Strahlenther Onkol*, 174 (11):580-588.
- Jansen JT, Broerse JJ, Zoetelief J, Klein C, Seegenschmiedt HM. 2005. Estimation of the carcinogenic risk of radiotherapy of benign diseases from shoulder to heel. *Radiother Oncol*, 76 (3):270-277.
- Kaltenborn A, Bulling E, Nitsche M, Carl UM, Hermann RM. 2016. The field size matters: low dose external beam radiotherapy for thumb carpometacarpal osteoarthritis : Importance of field size. *Strahlenther Onkol*, 192 (8):582-588.
- Kaltenborn A, Carl UM, Hinsche T, Nitsche M, Hermann RM. 2017. Low-dose external beam radiotherapy for greater trochanteric pain syndrome : Target volume definition and treatment outcome. *Strahlenther Onkol*, 193 (4):260-268.
- Kammerer R, Bollmann G, Schwenger P, Michael G, Koppen D. 1990. [The results of radiotherapy of epicondylitis humeri using different dosages]. *Radiobiol Radiother (Berl)*, 31 (6):503-507.
- Keilholz L, Seegenschmiedt H, Sauer R. 1998. [Radiotherapy for painful degenerative joint disorders. Indications, technique and clinical results]. *Strahlenther Onkol*, 174 (5):243-250.
- Keller S, Muller K, Kortmann RD, Wolf U, Hildebrandt G, Liebmann A, Micke O, Flemming G, Baaske D. 2013. Efficacy of low-dose radiotherapy in painful gonarthrosis: experiences from a retrospective East German bicenter study. *Radiat Oncol*, 8:29.
- Krasnokutsky S, Samuels J, Abramson SB. 2007. Osteoarthritis in 2007. *Bull NYU Hosp Jt Dis*, 65 (3):222-228.
- Leer JW, van Houtte P, Seegenschmiedt H. 2007. Radiotherapy of non-malignant disorders: where do we stand? *Radiother Oncol*, 83 (2):175-177.

- Liebmann A, Hindemith M, Jahns J, Madaj-Sterba P, Weisheit S, Kamprad F, Hildebrandt G. 2004. Low-dose X-irradiation of adjuvant-induced arthritis in rats. Efficacy of different fractionation schedules. *Strahlenther Onkol*, 180 (3):165-172.
- Micke O, Seegenschmiedt MH. 2002. Consensus guidelines for radiation therapy of benign diseases: a multicenter approach in Germany. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 52 (2):496-513.
- Micke O, Seegenschmiedt MH. 2004. Radiotherapy in painful heel spurs (plantar fasciitis)--results of a national patterns of care study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 58 (3):828-843.
- Micke O, Seegenschmiedt MH. 2008. [Radiotherapy for painfull heel spurs]. *MMW Fortschr Med*, 150 (16):32-34.
- Mucke R, Schonekaes K, Micke O, Seegenschmiedt MH, Berning D, Heyder R. 2003. Low-dose radiotherapy for painful heel spur. Retrospective study of 117 patients. *Strahlenther Onkol*, 179 (11):774-778.
- Mucke R, Seegenschmiedt MH, Heyd R, Schafer U, Prott FJ, Glatzel M, Micke O. 2010. [Radiotherapy in painful gonarthrosis. Results of a national patterns-of-care study]. *Strahlenther Onkol*, 186 (1):7-17.
- Niewald M, Fleckenstein J, Naumann S, Ruebe C. 2007. Long-term results of radiotherapy for periarthritits of the shoulder: a retrospective evaluation. *Radiat Oncol*, 2:34.
- Niewald M, Wenzlawowicz KV, Fleckenstein J, Wisser L, Derouet H, Rube C. 2006. Results of radiotherapy for Peyronie's disease. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 64 (1):258-262.
- Ott OJ, Hertel S, Gaipf US, Frey B, Schmidt M, Fietkau R. 2012a. Benign painful elbow syndrome. First results of a single center prospective randomized radiotherapy dose optimization trial. *Strahlenther Onkol*, 188 (10):873-877.
- Ott OJ, Hertel S, Gaipf US, Frey B, Schmidt M, Fietkau R. 2012b. Benign painful shoulder syndrome: initial results of a single-center prospective randomized radiotherapy dose-optimization trial. *Strahlenther Onkol*, 188 (12):1108-1113.
- Ott OJ, Jeremias C, Gaipf US, Frey B, Schmidt M, Fietkau R. 2014a. Radiotherapy for benign calcaneodinia: long-term results of the Erlangen Dose Optimization (EDO) trial. *Strahlenther Onkol*, 190 (7):671-675.
- Ott OJ, Hertel S, Gaipf US, Frey B, Schmidt M, Fietkau R. 2014b. The Erlangen Dose Optimization trial for low-dose radiotherapy of benign painful elbow syndrome. Long-term results. *Strahlenther Onkol*, 190 (3):293-297.
- Ott OJ, Hertel S, Gaipf US, Frey B, Schmidt M, Fietkau R. 2014c. The Erlangen Dose Optimization Trial for radiotherapy of benign painful shoulder syndrome. Long-term results. *Strahlenther Onkol*, 190 (4):394-398.

- Ott OJ, Jeremias C, Gaipf US, Frey B, Schmidt M, Fietkau R. 2015a. Radiotherapy for benign achillodynia. Long-term results of the Erlangen Dose Optimization Trial. *Strahlenther Onkol*, 191 (12):979-984.
- Ott OJ, Niewald M, Weitmann HD, Jacob I, Adamietz IA, Schaefer U, Keilholz L, Heyd R, Muecke R. 2015b. DEGRO guidelines for the radiotherapy of non-malignant disorders. Part II: Painful degenerative skeletal disorders. *Strahlenther Onkol*, 191 (1):1-6.
- Pannewitz G. 1933. Röntgentherapie der Arthritis deformans. *Deutsche medizinische Wochenschrift*, 59 (16):614-616.
- Petersson IF, Jacobsson LT. 2002. Osteoarthritis of the peripheral joints. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 16 (5):741-760.
- Reichel WS. 1949. [Radiotherapy for pain]. *Strahlentherapie*, 80 (4):483-534.
- Reinartz G, Eich HT, Pohl F, German Cooperative Group on Radiotherapy for Benign D. 2015. DEGRO practical guidelines for the radiotherapy of non-malignant disorders - Part IV: Symptomatic functional disorders. *Strahlenther Onkol*, 191 (4):295-302.
- Richette P, Corvol M, Bardin T. 2003. Estrogens, cartilage, and osteoarthritis. *Joint Bone Spine*, 70 (4):257-262.
- Rodel F, Schaller U, Schultze-Mosgau S, Beuscher HU, Keilholz L, Herrmann M, Voll R, Sauer R, Hildebrandt G. 2004. The induction of TGF-beta(1) and NF-kappaB parallels a biphasic time course of leukocyte/endothelial cell adhesion following low-dose X-irradiation. *Strahlenther Onkol*, 180 (4):194-200.
- Rodel F, Frey B, Gaipf U, Keilholz L, Fournier C, Manda K, Schollnberger H, Hildebrandt G, Rodel C. 2012. Modulation of inflammatory immune reactions by low-dose ionizing radiation: molecular mechanisms and clinical application. *Curr Med Chem*, 19 (12):1741-1750.
- Rödel F, Kamprad F, Sauer R, Hildebrandt G. 2002. Funktionelle und molekulare Aspekte der antiinflammatorischen Wirkung niedrig dosierter Radiotherapie. *Strahlentherapie und Onkologie*, 178 (1):1-9.
- Roedel F, Kley N, Beuscher HU, Hildebrandt G, Keilholz L, Kern P, Voll R, Herrmann M, Sauer R. 2002. Anti-inflammatory effect of low-dose X-irradiation and the involvement of a TGF-beta1-induced down-regulation of leukocyte/endothelial cell adhesion. *Int J Radiat Biol*, 78 (8):711-719.
- Ruppert R, Seegenschmiedt MH, Sauer R. 2004. [Radiotherapy of osteoarthritis. Indication, technique and clinical results]. *Orthopäde*, 33 (1):56-62.
- Sandmark H, Hogstedt C, Lewold S, Vingard E. 1999. Osteoarthrosis of the knee in men and women in association with overweight, smoking, and hormone therapy. *Ann Rheum Dis*, 58 (3):151-155.

- Sautter-Bihl ML, Liebermeister E, Scheurig H, Heinze HG. 1993. [Analgetic irradiation of degenerative-inflammatory skeletal diseases. Benefits and risks]. Dtsch Med Wochenschr, 118 (14):493-498.
- Schneider O, Stuckle CA, Bosch E, Gott C, Adamietz IA. 2004. Effectiveness and prognostic factors of radiotherapy for painful plantar heel spurs. Strahlenther Onkol, 180 (8):502-509.
- Seegenschmiedt MH, Keilholz L. 1998. Epicondylopathia humeri (EPH) and peritendinitis humeroscapularis (PHS): evaluation of radiation therapy long-term results and literature review. Radiother Oncol, 47 (1):17-28.
- Seegenschmiedt MH, Keilholz L, Katalinic A, Stecken A, Sauer R. 1996. Heel spur: radiation therapy for refractory pain--results with three treatment concepts. Radiology, 200 (1):271-276.
- Seegenschmiedt MH, Keilholz L, Martus P, Kuhr M, Wichmann G, Sauer R. 1997. [Epicondylopathia humeri. The indication for, technic and clinical results of radiotherapy]. Strahlenther Onkol, 173 (4):208-218.
- Seegenschmiedt MH, Katalinic A, Makoski HB, Haase W, Gademann G, Hassenstein E. 1999. [Radiotherapy of benign diseases: a pattern of care study in Germany]. Strahlenther Onkol, 175 (11):541-547.
- Sheybani A, TenNapel MJ, Lack WD, Clerkin P, Hyer DE, Sun W, Jacobson GM. 2014. Risk of radiation-induced malignancy with heterotopic ossification prophylaxis: a case-control analysis. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 89 (3):584-589.
- Sokoloff N. 1898. Röntgenstrahlen gegen Gelenkrheumatismus. . Fortschr Röntgenst 1898, 1 (209):13.
- Trott KR, Kamprad F. 1999. Radiobiological mechanisms of anti-inflammatory radiotherapy. Radiother Oncol, 51 (3):197-203.
- Valduvicio I, Biete A, Moreno LA, Gallart X, Roviroso A, Saez J, Plana C, Peris P. 2017. Is anti-inflammatory radiotherapy an effective treatment in trochanteritis? Br J Radiol, 90 (1069):20160520.
- Wannemacher M, Debus J, Wenz F. 2006. Strahlentherapie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Zwicker C, Hering M, Brecht J, Bjornsgard M, Kuhne-Velte HJ, Kern A. 1998. [Radiotherapy of humero-scapular periarthritis using ultra-hard photons. Evaluation by MRI findings]. Radiologe, 38 (9):774-778.

9. ANHANG

9.1 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1	Verteilung der Altersstruktur
Tabelle 2	Verteilung des Geschlechtes
Tabelle 3	Bestrahlungsregionen
Tabelle 4	Gleichzeitige Bestrahlung mehrerer Gelenke
Tabelle 5	Symptome vor Behandlung
Tabelle 6	Therapien vor Bestrahlung
Tabelle 7	Feldgrößen
Tabelle 8	Kreuztabelle Geschlecht x Beschwerdeverbesserung nach Bestrahlung
Tabelle 9	Keuztabelle Alter x Beschwerdeverbesserung nach Bestrahlung
Tabelle 10	Therapien vor Strahlentherapie
Tabelle 11	Keuztabelle Antiphlogistik x Beschwerdefreiheit nach Bestrahlung in Ruhe
Tabelle 12	Keuztabelle Spritzen x Beschwerdefreiheit in Ruhe nach Bestrahlung
Tabelle 13	Keuztabelle Ruhigstellung x Beschwerdefreiheit in Ruhe nach Bestrahlung
Tabelle 14	Keuztabelle Reizstrom x Beschwerdefreiheit in Ruhe nach Bestrahlung
Tabelle 15	Keuztabelle Physiotherapie x Beschwerdefreiheit in Ruhe nach Bestrahlung
Tabelle 16	Übersicht bestrahlte Gelenke
Tabelle 17	Unterteilung Bestrahlungsregionen nach Gelenkgröße
Tabelle 18	Keuztabelle Gelenkgröße x Beschwerdeverbesserung in Ruhe nach Bestrahlung
Tabelle 19	Häufigkeit der Beschwerdeverbesserung nach 3 Monaten
Tabelle 20	Häufigkeit der Beschwerdefreiheit nach 3 Monaten

Tabelle 21	Beschwerdefreiheit in Ruhe/ Belastung nach Gelenkart
Tabelle 22	Beschwerdebesserung in Ruhe/ Belastung nach Gelenkart
Tabelle 23	Remissionen nach Gelenkart
Tabelle 24	Überblick Remissionen der einzelnen Gelenke
Tabelle 25	Bestrahlung Finger
Tabelle 26	Remission Finger
Tabelle 27	Remission Hand/ Handgelenk
Tabelle 28	Remission Ellenbogen
Tabelle 29	Remission Schulter
Tabelle 30	Remission Hüfte
Tabelle 31	Remission Knie
Tabelle 32	Remission Füße/ Fußgelenke
Tabelle 33	Literaturübersicht zur Bestrahlung von Schultergelenken
Tabelle 34	Literaturübersicht zur Bestrahlung von Ellenbogengelenken
Tabelle 35	Literaturübersicht zur Bestrahlung der Finger und Handgelenke
Tabelle 36	Literaturübersicht zur Bestrahlung von Hüftgelenken
Tabelle 37	Literaturübersicht zur Bestrahlung von Kniegelenken
Tabelle 38	Literaturübersicht zur Bestrahlung von Fußgelenken und Fersen

9.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

- Abb. 1 Lebenszeitprävalenz der Arthrose
- Abb. 2 Schematische Übersicht über die Phasen der Strahlenwirkung auf biologische Systeme
- Abb. 3 Immunmodulatorische Eigenschaften und molekulare Effekte bei entzündlichen Erkrankungen niedrig dosierter Röntgenbestrahlung
- Abb. 4 Linearbeschleuniger DHX Varian
- Abb. 5 Lagerung und Anzeichnung der Bestrahlungsfelder am Knie
- Abb. 6 Simulation der Bestrahlungsfelder am Knie
- Abb. 7 Lagerung und Anzeichnung der Bestrahlungsfelder an Ferse und OSG
- Abb. 8 Simulation der Bestrahlungsfelder an Ferse und OSG
- Abb. 9 Lagerung und Anzeichnung der Bestrahlungsfelder der Schulter
- Abb. 10 Simulation der Bestrahlungsfelder der Schulter
- Abb. 11 Lagerung und Anzeichnung der Bestrahlungsfelder am Ellenbogen
- Abb. 12 Simulation der Bestrahlungsfelder am Ellenbogen
- Abb. 13 Bestrahlungsfelder,- und plan mit Abdeckung der rechten Brust bei Omarthrose der rechten Schulter
- Abb. 14 direktes Bestrahlungsfeld und Plan bei Enthesiopathie und Bursitis der rechten Trochanter
- Abb. 15 Bestrahlungsfelder,- und plan mit Abdeckung der Calcaneus und Mittelfußgelenk der linken Ferse
- Abb. 16 Bestrahlungsfelder,- und plan mit Abdeckung der Weichteile und Muskulatur des linken Kniegelenkes bei Gonarthrose
- Abb. 17 Bestrahlungsfelder,- und plan mit Abdeckung der Thoraxwand, linke Schulter

- Abb. 18 Bestrahlungsfelder,- und plan mit Abdeckung des oberen Sprunggelenkes, dorsaler Calcaneus und Zehen bei Metatarsalgie und Fasciitis Plantaris
- Abb. 19 Bestrahlungsfelder,- und plan mit Abdeckung der Weichteile und Muskulatur des rechten Ellenbogen bei Epicondylitis radialis und ulnaris
- Abb. 20 Bestrahlungsfelder,- und plan mit Teilabdeckung des Calcaneus und kompletter Abdeckung des Sprunggelenkes der linken Ferse
- Abb. 21 Bestrahlungsfelder,- und plan mit Abdeckung des Beckenorgane und Weichteile bei kompletter Erfassung des Gelenkes sowie der lateralen Weichteile bei Coxarthrose rechts, Enthesiopathie und Bursitis der rechten Trochanter
- Abb. 22 Bestrahlungsplanung, Simulation und Bestrahlungsfeld einer Ferse („beam’s eye view“).
- Abb. 23 Bestrahlungsfeld Knie(„beam’s eye view“).
- Abb. 24 Bestrahlungsplanung Knie

9.3 FRAGEBOGEN

SRH KLINIKEN

SRH Zentralklinikum Suhl
Klinik für Strahlentherapie
Chefarzt D. Sammour
Postfach 100144

Patient:

Patientenbefragung: Subjektive Ergebnisse der Strahlentherapie gutartiger Erkrankungen

Sehr geehrte(r),

Sie erhalten dieses Schreiben, weil Sie aufgrund einer gutartigen Erkrankung in unserer Ambulanz strahlentherapeutisch behandelt wurden.

Um unsere Leistungen bezüglich der Wirksamkeit auswerten und permanent verbessern zu können, möchten wir Sie bitten, dieses Formular auszufüllen und uns 6 Monate nach Beendigung der Strahlentherapie in dem beiliegendem Umschlag zurück zu senden.

Ihre Meinung ist für uns sehr wichtig und wir bedanken uns ganz herzlich für Ihre Hilfe.

Mit freundlichen Grüßen



David Sammour

Facharzt für Strahlentherapie

Chefarzt der Klinik für Strahlentherapie
und MVZ/Strahlentherapie



1. Wegen welcher **Beschwerden** haben Sie die Strahlentherapie erhalten?

- | | |
|------------------------------------|---|
| <input type="radio"/> Schwellung | <input type="radio"/> Ruheschmerz |
| <input type="radio"/> Rötung | <input type="radio"/> Bewegungsschmerz |
| <input type="radio"/> Druckschmerz | <input type="radio"/> Belastungsschmerz |

2. Welche **Körperteile** wurden bei Ihnen bestrahlt?

- | | | | |
|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| <input type="radio"/> Finger | <input type="radio"/> rechts | <input type="radio"/> links | <input type="radio"/> beidseits |
| <input type="radio"/> Hand/Handgelenk | <input type="radio"/> rechts | <input type="radio"/> links | <input type="radio"/> beidseits |
| <input type="radio"/> Ellenbogen | <input type="radio"/> rechts | <input type="radio"/> links | <input type="radio"/> beidseits |
| <input type="radio"/> Schulter | <input type="radio"/> rechts | <input type="radio"/> links | <input type="radio"/> beidseits |
| <input type="radio"/> Hüfte | <input type="radio"/> rechts | <input type="radio"/> links | <input type="radio"/> beidseits |
| <input type="radio"/> Knie | <input type="radio"/> rechts | <input type="radio"/> links | <input type="radio"/> beidseits |
| <input type="radio"/> Fuß/Fußgelenk | <input type="radio"/> rechts | <input type="radio"/> links | <input type="radio"/> beidseits |
| <input type="radio"/> Zehen | <input type="radio"/> rechts | <input type="radio"/> links | <input type="radio"/> beidseits |
| <input type="radio"/> andere..... | <input type="radio"/> rechts | <input type="radio"/> links | <input type="radio"/> beidseits |

3. Welche anderen **Therapien** haben Sie **vor der Bestrahlung** erhalten?

- ☐ Tabletten/Kapseln
- ☐ Creme/Salben
- ☐ Spritzen
- ☐ Ruhigstellung (Bandagen, Gips)
- ☐ Ultraschall
- ☐ Reizstrom
- ☐ Magnetfeldtherapie
- ☐ Physiotherapie (z.B. Massagen, Chiropraktik, Osteopathie, Gymnastik)
- ☐ Akupunktur
- ☐ Operation

SRH KLINIKEN

- ☐ Strahlentherapie (Wurden Sie vor unserer Behandlung schon wegen der gleichen Erkrankung bestrahlt?)
 - Wo?
 - Wie oft?
.....
- ☐ andere:

4. Ihr **Geschlecht** ist:

- ☐ weiblich
- ☐ männlich

5. Ihr **Alter** bei der ersten Bestrahlung war :

- ☐ 20-29 Jahre
- ☐ 30-39 Jahr
- ☐ 40-49 Jahre
- ☐ 50-59 Jahre
- ☐ 60-69 Jahre
- ☐ 70-79 Jahre
- ☐ 80-89 Jahre
- ☐ 90 oder älter

6. Waren Sie nach der Strahlentherapie **beschwerdefrei in Ruhe?**

- ☐ Nein
- ☐ Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie
- ☐ Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie
- ☐ Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie
- ☐ Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie

7. Waren Sie nach der Strahlentherapie **beschwerdefrei bei Belastung?**

- ☐ Nein
- ☐ Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie
- ☐ Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie
- ☐ Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie
- ☐ Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie



8. Hatten Sie nach der Strahlentherapie eine **Beschwerdebesserung in Ruhe?**
- ☐ Nein
 - ☐ Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie
 - ☐ Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie
 - ☐ Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie
 - ☐ Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie
9. Hatten Sie nach der Strahlentherapie eine **Beschwerdebesserung auch bei Bewegung?**
- ☐ Nein
 - ☐ Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie
 - ☐ Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie
 - ☐ Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie
 - ☐ Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie
10. Waren Ihre Beschwerden nach der Strahlentherapie **unverändert?**
- ☐ Nein
 - ☐ Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie
 - ☐ Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie
 - ☐ Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie
 - ☐ Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie
11. Haben sich Ihre Beschwerden nach der Strahlentherapie **verschlechtert?**
- ☐ Nein
 - ☐ Ja, sofort nach Ende der Strahlentherapie
 - ☐ Ja, ca. 6 Wochen nach Ende der Strahlentherapie
 - ☐ Ja, ca. 3 Monate nach Ende der Strahlentherapie
 - ☐ Ja, ca. 6 Monate nach Ende der Strahlentherapie

12. **Wie lange** nach Beendigung der Strahlentherapie hat die Besserung Ihrer Beschwerden angehalten?

..... Monate

13. Sind Sie **nach der letzten Strahlentherapieserie an der gleichen Stelle** mit einer weiteren Therapie behandelt worden?

- ☐ Nein
- ☐ Ja, nach Monaten nach dem Bestrahlungsende
 - ☐ Tabletten/Kapseln
 - ☐ Creme/Salben
 - ☐ Spritzen
 - ☐ Ruhigstellung (Bandagen, Gips)
 - ☐ Ultraschall
 - ☐ Reizstrom
 - ☐ Magnetfeldtherapie
 - ☐ Physiotherapie (z.B. Massagen, Chiropraktik, Osteopathie, Gymnastik)
 - ☐ Akupunktur
 - ☐ Operation
 - ☐ Strahlentherapie
 - ☐ andere:

10 LEBENS LAUF

Name	David Sammour
Geburtstag	19. Dezember 1968 in Amman/ Jordanien
Familienstand	geschieden, drei Kinder (5 Monate, 17 Jahre, 19 Jahre)
Kontakt	Prüssingstr. 14 in 07745 Jena 0176 – 21 64 30 40 david.sammour@yahoo.de

BERUF SERFAHRUNG

seit Jun 2016	Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie und Radioonkologie Facharzt für Strahlentherapie und Radioonkologie
Apr 2015 – Mär 2016	Praxisvertretung
Jan 2011 – Jan 2015	Chefarzt der Klinik für Strahlentherapie in Suhl
Feb 2007– Dez 2010	Facharzt in der Klinik für Radioonkologie am Klinikum Chemnitz gGmbH
Jul 2006 – Feb 2007	Facharzt in der Klinik für Strahlentherapie an der FSU Jena
Jan 2001– Jul 2006	Assistenzarzt in der Klinik für Strahlentherapie an der FSU Jena
Jan 1998–Dez 2000	Assistenzarzt in der Klinik für Strahlentherapie / Radioonkologie am Wald-Klinikum Gera gGmbH
Jul 1997–Dez 1997	Hospitation in der Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie an der FSU Jena
Jan 1997–Jun 1997	arbeitsuchend
Mai 1996–Jan 1997	Assistenzarzt an dem IDIR der FSU Jena
Mai 1995–Apr 1996	AiP an dem IDIR der FSU Jena
Nov 1994–Apr 1995	AiP an der Klinik für Innere Medizin der FSU Jena

AUSBILDUNG & SCHULBILDUNG

05.07.2006	Anerkennung als Facharzt für Strahlentherapie
19.09.2002	Approbation als Arzt
Okt 1994	Erteilung der Erlaubnis für die Tätigkeit als Arzt im Praktikum
Sep 1987–Sep1994	Studium der Humanmedizin an der FSU Jena
Sep 1986–Jul 1987	Sprachstudium am Herder – Institut in Leipzig
Sep 1984–Jul 1986	Fachspezifisches Abitur (Naturwissenschaft) Schukrie – Schachaaeschule Amman
Sep 1974–Jul 1984	Sieben–Tage-Adventisten-Schule Amman

KENNTNISSE

Sprachkenntnisse	Arabisch (Muttersprache) Deutsch (verhandlungssicher) Englisch (fließend)
Computerkenntnisse	diverse Software für Strahlentherapie, MS Office (Excel, Outlook, Word), MS Windows
Interessen	Spaziergänge in der Natur, Reisen, Kochen, Sport, Lesen



David Sammour

11 EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Hiermit erkläre ich, David Sammour, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich- Schiller-Universität bekannt ist, ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind, mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben: Prof. Dr. habil. U. Teichgräber, Dr. Th. Lehmann – Institut für medizinische Statistik, Informatik und Dokumentation.

Die Hilfe eines Promotionsberaters wurde nicht in Anspruch genommen und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.



Jena, den 14. Dezember 2017

Unterschrift des Verfassers David Sammour

12 DANKSAGUNG

Mein Dank gilt zunächst Herrn Prof. Dr. habil. Ulf Teichgräber, für die Vergabe des Promotionsthemas und die Betreuung bis der Fertigstellung

Weiterhin danke ich Herrn Dr. Lehmann für die Statistische Beratung und Unterstützung.

Meiner Frau Simone danke ich von Herzen für ihre Unterstützung, bei der Sprachlichen Korrektur der Dissertation Schrift. Mein ganz besonderer Dank aber gilt meinen Eltern, die mir meinen bisherigen Lebensweg ermöglichten.